T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

FABRİKA OTOMASYON 3

523EO0334

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. POZİSYON KONTROLÜN ANA HATLARI 3
1.1. Pozisyon Kontrolünün Modları ve Metotları 4
1.1.1. Pozisyon Kontrol Modları 4
1.1.2. Durdurma Hassasiyeti 6
1.2. Pozisyon Kontrol Hücresinin Yapısı 7
1.3. Robot Parçalarının Montajı 9
1.4. Kablolama 11
1.5. Servo Sürücüsü (Servo Amplifikatörü) 13
1.5.1. Parametre Ayarlarının Yapılması 13
1.5.2. Parametre Ayarlarının İçeriği 14
1.6. Test Sürüşü 15
1.6.1. Mod Değiştirme 15
1.6.2. Başlatma Metodu 16
1.6.3. Göstergenin Durumu 16
1.6.4. Test Sürüşünü Sonlandırmak (Termination of Jog Feed) 16
1.7. Pozisyon Kontrol Ünitesi (FX2N-20GM) 16
1.7.1. Parametre Ayarları 17
1.7.2. Komut Darbesi Frekansı ve Maksimum İşlem Hızı 17
1.7.3. Ünitelerin Sistemleri 18
1.7.4. Darbe Oranı ve Besleme Oranı 18
1.7.5. Pozisyon Parametreleri 20
1.8. Programlama 23
1.8.1. Pozisyon Kontrol Ünitesinin Programlanması (VPS) 25
1.8.2. PLC'nin Programlanması 27
UYGULAMA FAALİYETİ 41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 42
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 43
2. POZİSYON KONTROLÜNDE YARDIMCI KOMUTLAR (M CODE) 43
2.1. PLC ile Pozisyon Kontrol Ünitesi Arasındaki Arabirim 44
UYGULAMA FAALİYETİ 46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 70
MODÜL DEĞERLENDİRME 71
CEVAP ANAHTARLARI 72
KAYNAKÇA 73

AÇIKLAMALAR

KOD	**523EO0334**
ALAN	**Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Mekatronik Teknisyenliği**
MODÜLÜN ADI	**Fabrika Otomasyon 3**
MODÜLÜN TANIMI	Fabrika otomasyon sistemindeki servo motorların pozisyon kontrolünün anlatıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Fabrika Otomasyon 2 modülünü almış olmak
YETERLİK	Farklı iki adet servo motorun eş zamanlı hareketini sağlayarak pozisyon kontrolünü yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Fabrika içindeki otomasyon sistemini kontrol edebilecek ve servo motorlar ile pozisyon kontrolünü yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** AC servo motorun pozisyon kontrolünü yapabileceksiniz. **2.** Fonksiyonlar ile AC servo motorun pozisyon kontrolünü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Donanım:** PLC katalogları, inverter kataloğu, servo motor ve sürücü kataloğu, otomasyon malzeme katalogları, servo motor ve inverter deney seti, el takımları vb. **Ortam:** Fabrika otomasyon laboratuvarı
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Servo motor konusu fabrika otomasyon sisteminin en önemli konularından biridir. Bu modül sonunda fabrika otomasyon (FO) sisteminde kullanacağımız servo motorlarla pozisyon kontrol işlemi hakkında bilgi sahibi olacaksınız. İki farklı eksen üzerine yerleştirilmiş servo motorları, birbirlerinden bağımsız olarak ya da birbiri ile iletişimde kalarak kontrolü sağlayacaktır.

Pozisyon kontrolü denince akla gelen en ideal motor servo motordur. Servo motorlar yapısal olarak enkoder içerdiklerinden motorun dönüş hızı, dönüş yönü, torku ve konumu çok hızlı bir şekilde belirlenir. Özellikle konumlandırmanın önemli olduğu yerlerde (cnc, robot, enjeksiyon makinesi, medikal elektronikte vb.) makinelerde servo motorlar kullanılmaktadır.

Pozisyon kontrol işlemi her bir motor ayrı ayrı çalıştırılarak yapılabildiği gibi her bir servo motoru birbiri ile haberleştirilerek de gerçekleştirilebilir. Bu sistemde iki adet servo motor ile X ekseni ve Y ekseni üzerinde hassas hareket sağlanacaktır. Üçüncü eksen pnömatik olarak çalıştırılmaktadır.

Pozisyon kontrol işleminde kontrolcü olarak PLC kullanılmaktadır. PLC ile servo motor arasındaki ara yüz ise pozisyon kontrol ünitesidir. Dolayısıyla iki ayrı program yazılacaktır. Pozisyon kontrol işleminde yazılacak programlar ardışık olarak çalıştırılabildiği gibi yapılacak işteki bazı işlem basamakları tekrarlanıyorsa bu tür işlemler fonksiyon şeklinde gruplanabilir. Gerektiğinde yapılacak iş numarası ile çağrılır.

Bir servo motor sisteme yerleştirildiğinde sistemde hata oluşma riski yok denecek kadar azdır. Bu modülde servo motorları yapısal olarak tanıyabilecek ve çok sayıda uygulama yapabileceksiniz. Ardışık kontrol modüllerinde öğrenmiş olduğunuz bilgilerin bu modülle pekiştirilmesi de amaçlanmaktadır. Motor sürücülerini başarılı bir şekilde sisteme adapte edebilmek için sistemi tanıma, problemi tanımlama, gerekli çevre birimlerini seçme, gerekli programı hazırlama, gerekli bağlantıları yapma gibi becerilere sahip olmak gerekir. Bu becerilerden bir tanesinin bile eksik olması ünitenin kontrolünün doğru şekilde yapılmasını engeller.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

AC servo motorun pozisyon kontrolünü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bu faaliyette daha önceki modüllerde kullanılan motor tiplerini tekrar gözden geçiriniz. Servo motorun yapısı hakkında araştırma yapınız.
- Servo motorun sanayide kullanım alanlarını araştırınız.
- Birden fazla servo motorun eş zamanlı olarak birbiri ile koordineli olarak nasıl çalışabileceği hakkında araştırma yapınız.

1. POZİSYON KONTROLÜN ANA HATLARI

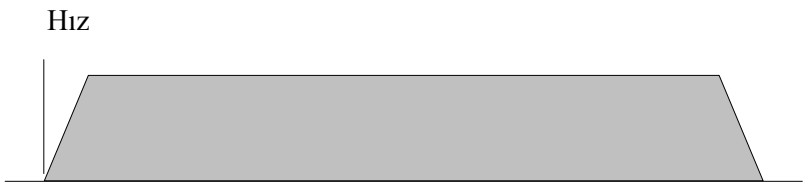
Eksenler üzerlerine yerleştirilmiş AC servo motorlar sayesinde sistemin hareketi, belirlenmiş özel noktalarda kontrol edilebilir. Eksenlerin belirlenmiş özel noktalara ulaşmaları ve bu noktalara ulaşırken geçen zaman gibi hususlar çok önemli parametrelerdir. Bu hususlar sistemin çalışma hızıyla yakından ilişkilidir. Eğer sistem düşük hızda çalıştırılırsa yüksek hassasiyette çalışır. Ancak verimi düşük olur. Öte yandan sistem yüksek hızda çalıştırılırsa hassasiyet düşük olur. Sistemin doğruluğu da azalır. Bu yüzden pozisyon kontrol işleminde yüksek hız ve düşük hız birlikte kullanılır. Sistem yüksek hıza sahipse belirlenen özel noktaya yaklaşıldığı zaman sistem düşük hıza geçirilir. Dolayısıyla istenilen noktaya yavaş bir şekilde gelinir. Pozisyon kontrolde hız etkin şekilde kullanılmış olur. AC servo motor kullanılarak pozisyon kontrol işlemi yapılacaksa PLC, pozisyon kontrol ünitesi, AC servo motor ve servo yükselteç gibi kontrol ünitelerinin sistemde bulunması gerekir. Pozisyon kontrol ünitesinde tüm parçaların kendine özgü fonksiyonları vardır.

Düşük Hız

Yüksek doğruluk var ama uzun zaman gerektirmesi sistem için verimli değildir.

Yüksek Hız

Sistem yüksek doğrulukta çalışmaz.



Hız Değişken

Yüksek hız ve düşük hızın birleştirilmesiyle sistem, verimli ve yüksek doğrulukta çalışır.

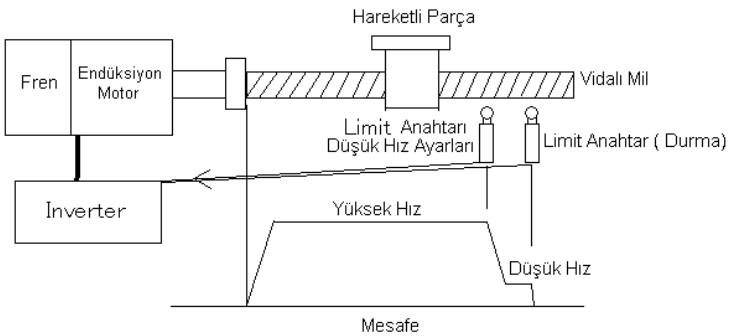
Şekil 1.1: Sistemin çalıştırılma hızları

1.1. Pozisyon Kontrolünün Modları ve Metotları

Pozisyon kontrol modlarını ve metotlarını tanıyalım.

1.1.1. Pozisyon Kontrol Modları

- **Limit anahtarı modu (indüksiyon motor)**

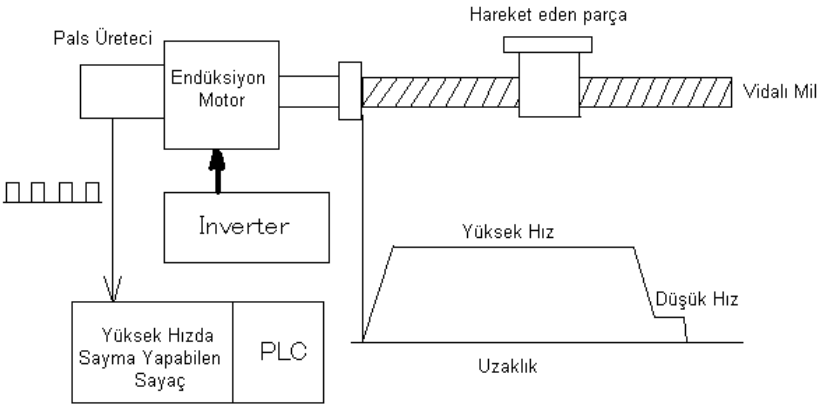


Şekil 1.2: Limitleme anahtarı modu

İki adet limitleme anahtarı veya yaklaşım anahtarı hareketli parça üzerine monte edilmiştir. Bir tanesi hızı yavaşlatmak için kullanılır. Diğeri ise sistemi durdurmak içindir. Sonuçta hareketli parça yavaşlayıp duracaktır. Pozisyon kontrolün bu modda çalıştırılmasında diğer karmaşık donanımlara gerek duyulmamıştır. Dolayısıyla sistemin yapılandırılmasının maliyeti daha düşük olur (Hassasiyet: + - 1.0—5.0 mm).

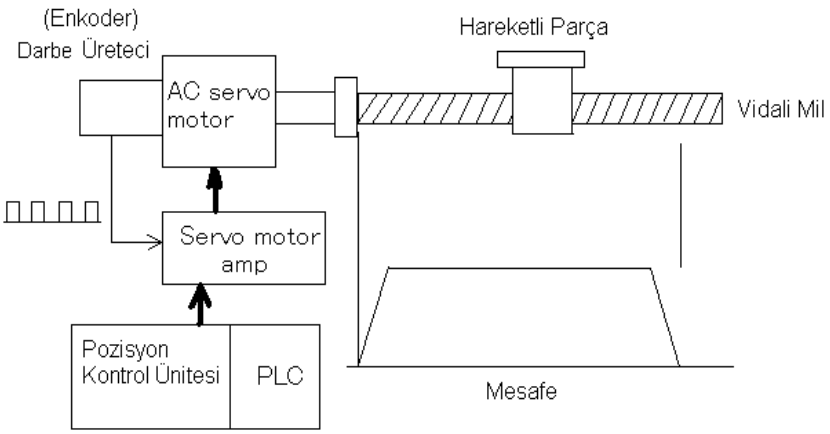
- **Darbe sayma modu (indüksiyon motor)**

Darbe üreteci (enkoder), motor üzerinde ya da dönen eksenlere monte edilir. Üretilen bu darbeler hızlı çalışan sayaçlarla sayılır. Sayacın değeri ayarlanan sayı değerine ulaştığında hareketli parça duracaktır. Bu tür çalışmada limitleme anahtarları kullanılmadığından pozisyon kontrol kolaylıkla yapılır (Hassasiyet: +- 0.1—0.5 mm).



Şekil 1.3: Darbe sayma modu

- **Darbe komutu modu (ac servo motor)**



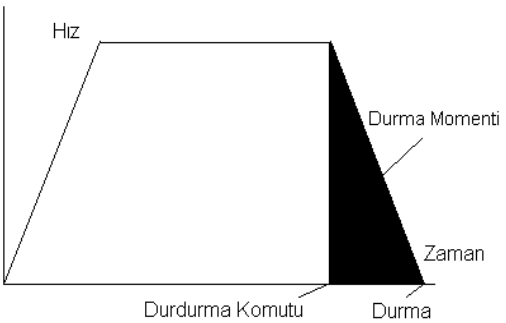
Şekil 1.4: Darbe komutu modu

AC servo motorun darbe komutu modunda uygulaması yapıldığında motor, giriş darbelerinin oranına göre dönecektir. Hareketli parçanın gideceği mesafeyle orantılı olarak girişten darbe uygulanır. Sonuçta yüksek hızda ve yüksek doğrulukta pozisyon kontrolü yapmak mümkündür (Hassasiyet : +-0.01—0.05 mm).

1.1.2. Durdurma Hassasiyeti

- **Sınır anahtarı modu**

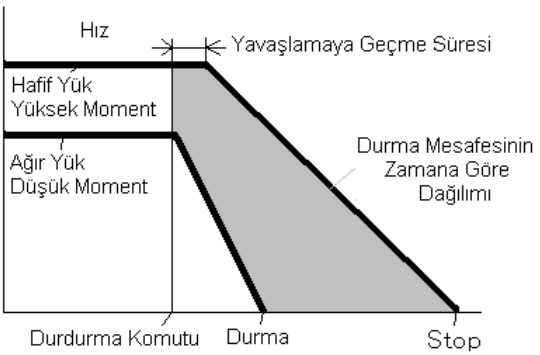
Motorun kendi ekseni etrafında dönme hareketi sayesinde doğrusal hareket eden parçanın durdurulması işlemi, hareketli parçanın pozisyonunu algılayan anahtarlardan (limit switch) gelen sinyalin motora durma komutu gönderilmesi ile elde edilir. Motor bu sayede durdurulur (İdeal durumda, frenleme işlemi algılanan sinyalle eş zamanlı yapılmalıdır.).



Ş

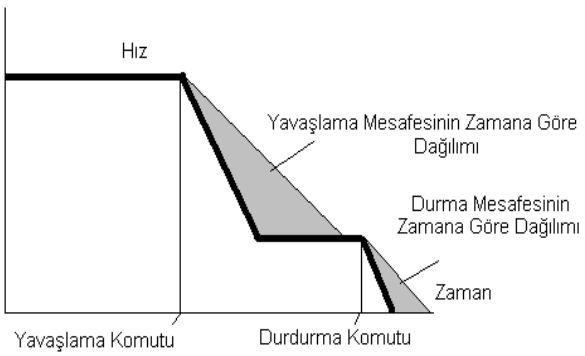
ekil 1.5: Sınır anahtarı modu - 1

Durma komutunun uygulanması ile gerçek durma pozisyonu arasında geçen zamanda sistemin hareket momenti vardır. Bu kısım, şekilde sol tarafı taralı alanla gösterilmiştir.



Şekil 1.6: Sınır anahtarı modu - 2

Yukarıdaki grafikte hareketli parçanın durma komutu aldıktan sonra durma eylemine başlaması sırasındaki karakteristiği gösterilmiştir. Hareketli parçayı süren motorun "dur" komutunu aldıktan hemen sonra hızının azalması, belli zaman aralıklarıyla gerçekleşir.



Şekil 1.7: Sınır anahtarı modu – 3

Üsteki şekilde olduğu gibi durma eyleminin karakteristiği istenilen şartlarda değilse daha etkin bir metot olan kademeli hız azaltma yöntemi kullanılır. Bu metotta motor belirli bir mesafe hızlı hareket eder. İstenilen hedef noktaya gelmeden hemen önce düşük hıza düşürülür. Sonuçta sistem hızlı çalıştığından verim artar. Durma eyleminden önce yavaşlatma eylemi yapıldığından sistemin çalışması yüksek doğrulukta gerçekleşir.

- **Darbe sayma modu**

Enkoder, motorun üzerine takılır. Bu sayede motorun dönüşünden elde edilen darbeler sayılarak motorun dönüş hızının kontrolü yapılır. Motorun bir dönüşteki hareketi, enkoderin 1 dönüşlük darbe üretmesine sebep olur ve motorun bir dönüşlük hareketi ile orantılı olarak motor miline bağlı hareketli parça belli bir mesafe hareket eder. Bu mesafe motorun durdurulması için en küçük birimdir. Bu durumda motorun dönme hızından oluşan atalet momenti kaybolmayacaktır.

- **Darbe komut modu**

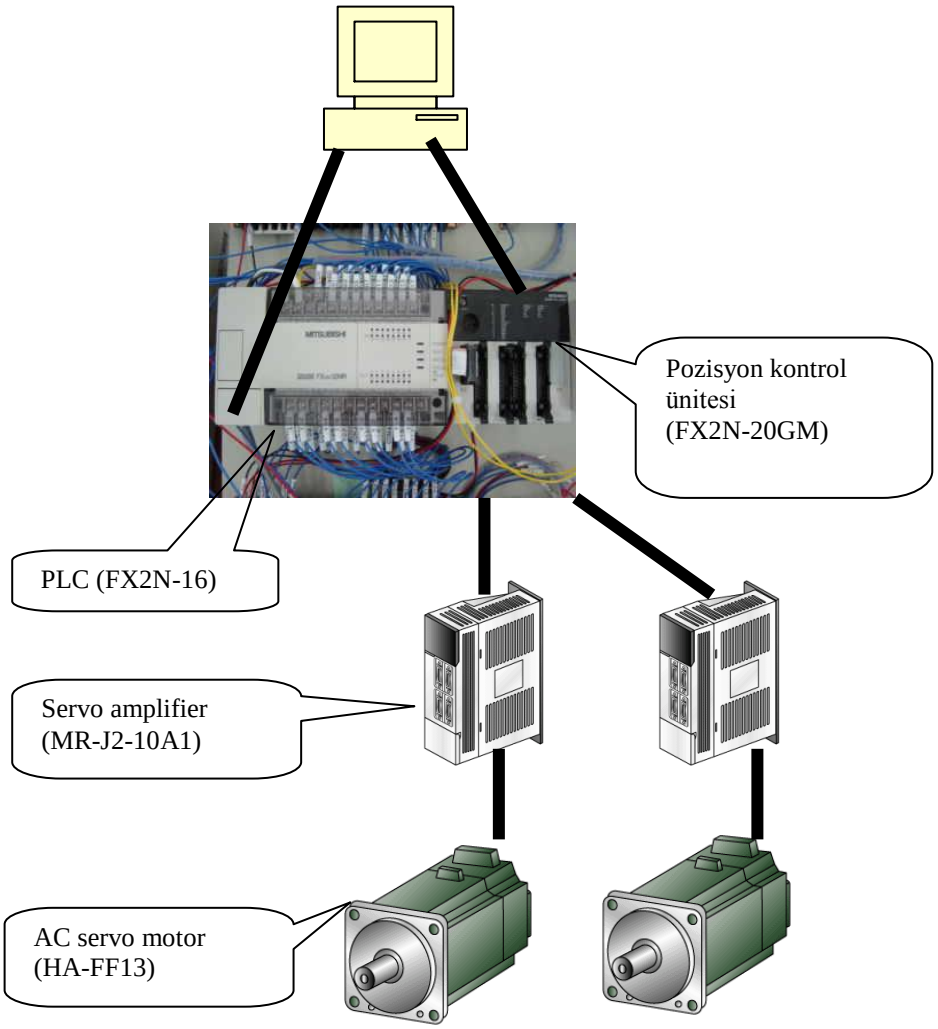
Servo mekanizmalı sistemlerde kullanılan bu mod diğer modda çalışan sistemin eksik yönlerini gidermek için geliştirilmiştir. Enkoder, servo motor üzerine yerleştirilmiş olup sürekli olarak motorun dönüş mesafesini algılar (hareketli parçanın gittiği mesafe). Hız ardışık olarak kontrol edilir ve çok aşamalı olarak hedef noktasına ulaşılır. Bu modla çalışmada doğruluk oranı çok yüksektir.

Bu tür çalışmada motor durduğu zaman atalet uzaklığı oluşmaz. Bu yüzden yüksek doğrulukta çalışan pozisyon kontrolü sağlanmış olur.

1.2. Pozisyon Kontrol Hücresinin Yapısı

Aşağıdaki resimde AC servo motor kontrol ünitesinin yapısı gösterilmektedir.

Uygulamalarda FX-20GM pozisyon kontrol ünitesi kullanılmıştır. Servo amplifier için ise MR-J2-10A1 kullanılmıştır.



Şekil 1.8: Pozisyon kontrol ünitesi parçaları

Servo yükselteç dış ortamdan (PLC'den) gelen darbe bilgilerini alır ve bu sayede AC servo motorun dönmesini sağlar. Ayrıca komut sinyalleri ile geri besleme ünitesinden (enkoderden) gelen darbe bilgilerini karşılaştırıp hız ve pozisyon kontrolünde de görev alır.

AC servo motorun dönüş hızını, motora uygulanan darbelerin genişliği belirler. Durma pozisyonunu ise uygulanan darbe halkalarının sayısı belirler.

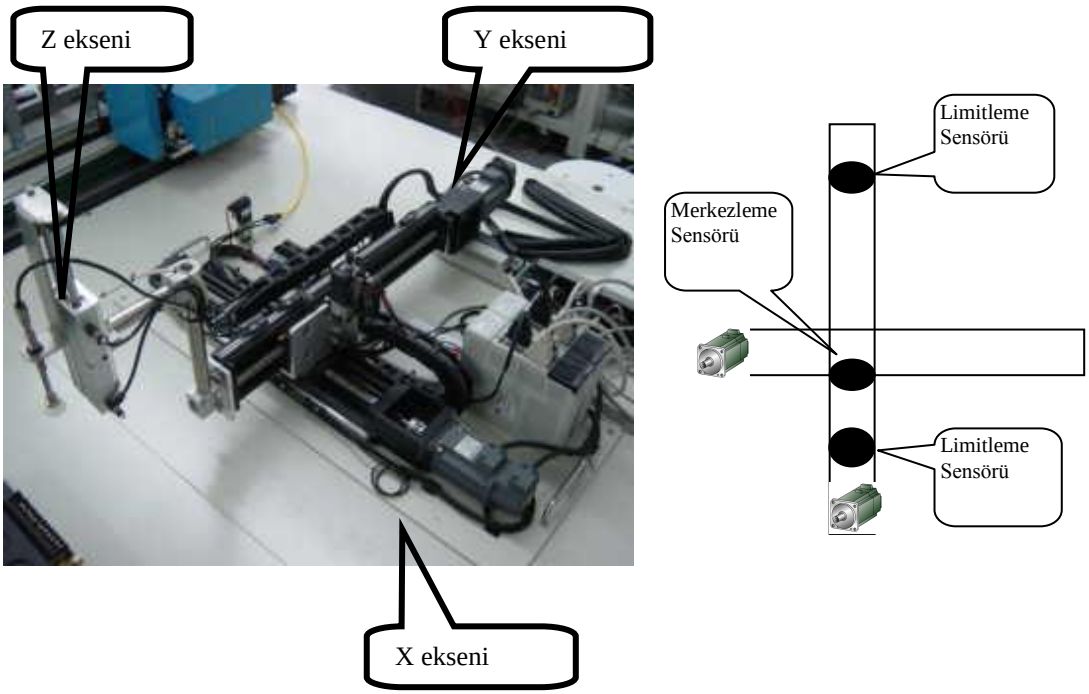
Resim 1.1: Servo motor – servo driver – plc – pozisyon kontrol ünitesi

1.3. Robot Parçalarının Montajı

Bu uygulamada üç eksenli cross tipinde robot (BSC-3000/3) kullanılmıştır. Alttaki mil X ekseni olarak tanımlanmıştır ve üst mil ise Y ekseni olarak tanımlanmıştır.

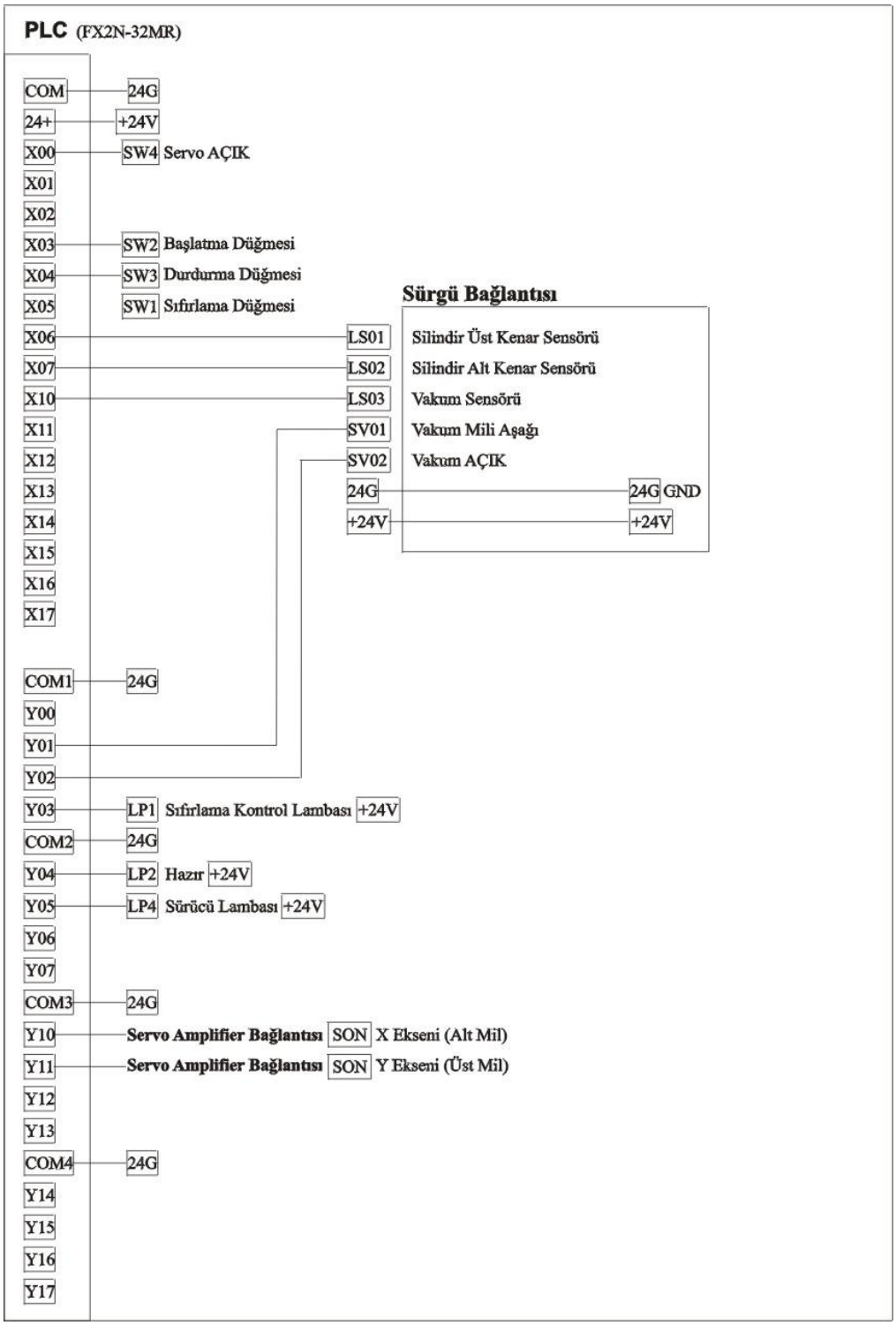
Resim 1.2: Alttaki mil (X ekseni)

Resim 1.3: Üst mil (Y ekseni)

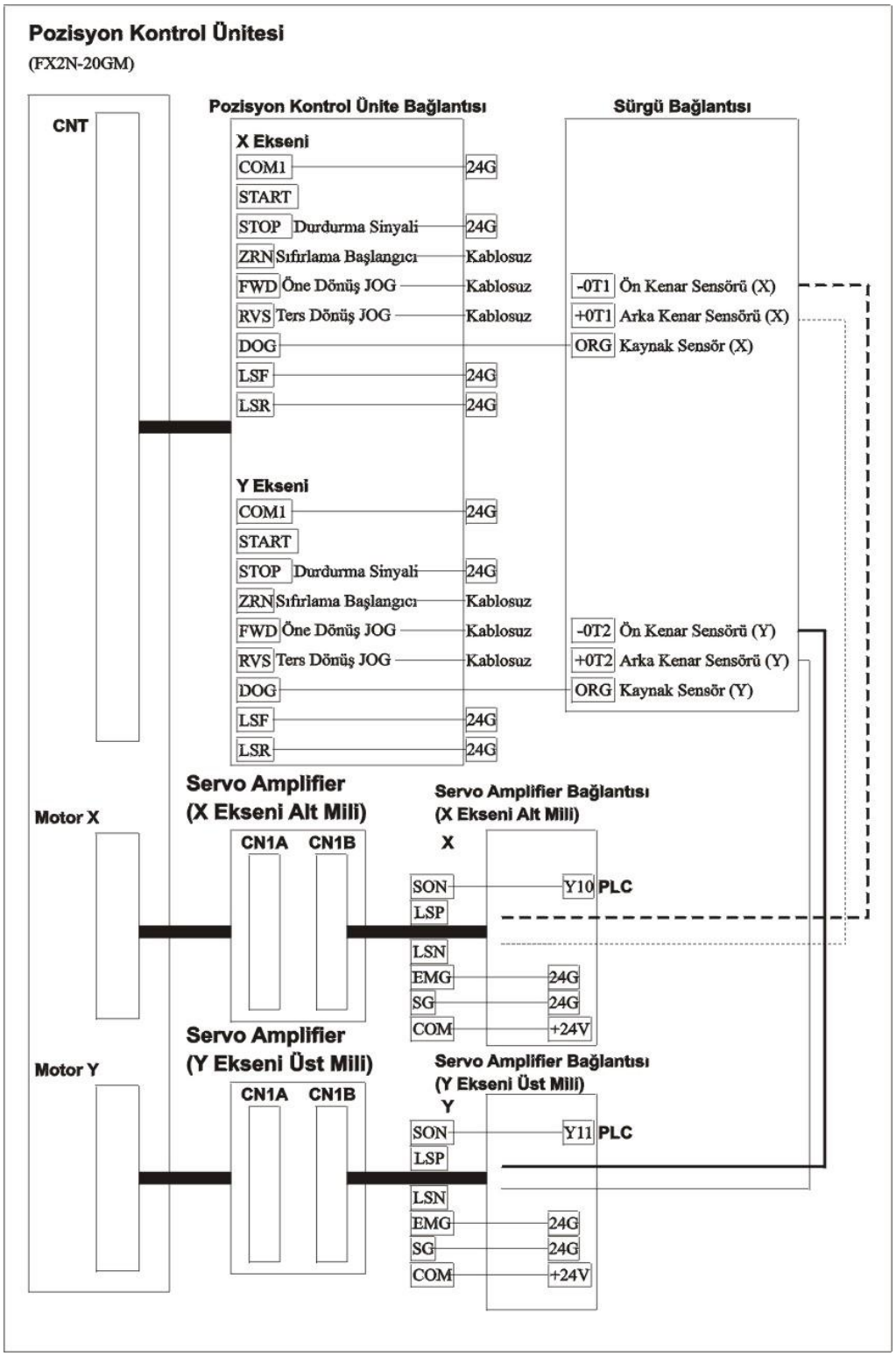


Resim 1.4: Robotun Yapısı

1.4. Kablolama



Şekil 1.9: PLC'nin kablolanması



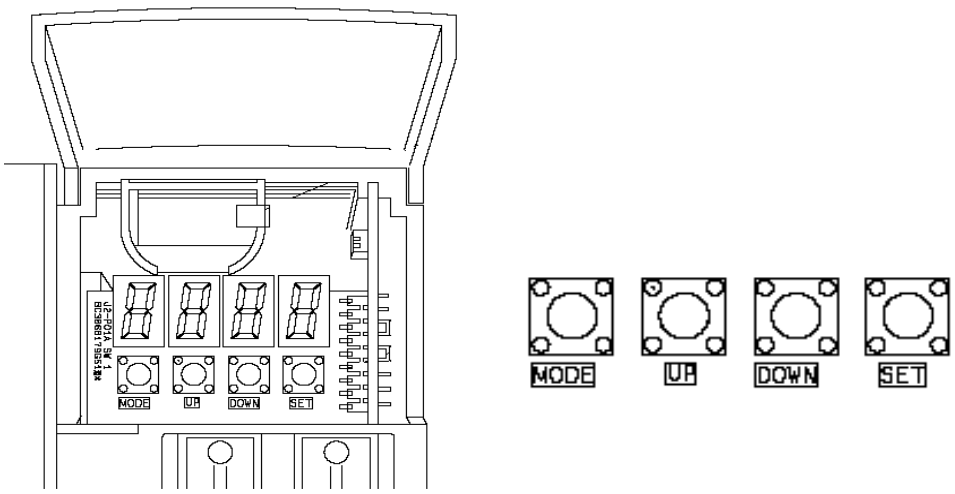
Şekil 1.10: Pozisyon kontrol ünitesi ile servo amplikatörün kablolanması

1.5. Servo Sürücüsü (Servo Amplifikatörü)

Servo motorun sürülmesi öncesi sürücü parametre ayarlarının yapılması gerekir. Bu parametreler ve ayarları aşağıda anlatılmaktadır.

1.5.1. Parametre Ayarlarının Yapılması

AC servo motoru çalıştırmak için birtakım ayarların yapılması gerekir (servo amplifikatörü için giriş dalga darbesinin tipinin belirlenmesi gibi). Aşağıdaki uygulamada donanımlar için gereken minimum parametre ayarları gösterilmiştir.



Şekil 1.11: Pozisyon kontrol ünitesinin parametre ayarlanın yapılması

- Parametre modu: MODE tuşu kullanılarak ekranda "P00" durumu görülür.
- UP veya DOWN butonlarına basılarak parametre numarası belirlenir.
- SET tuşuna basılır ve parametre değerleri görüntülenir.
- SET tuşuna birden fazla basıldığı zaman parametre ayarları üzerinde değişiklik yapılabilir. Bu durumda ekrandaki yazı yanıp sönme durumuna geçer. Bu yanıp sönme durumu ayarlama moduna geçildiğini gösterir.
- UP veya DOWN tuşlarına basılarak parametre değerlerinin içeriği değiştirilebilir.
- SET tuşuna basılarak parametre değerlerinin içeriği hafızaya alınır.
- Bu ayarlardan sonra UP veya DOWN tuşlarına basılarak diğer parametre değerleri üzerinde değişiklik yapılabilir.

Eğer UP veya DOWN tuşlarına uzun süre basılırsa ayarlanmak istenen değerlerinin değişimi sürekli olacaktır.

NOT: Servo amplifikatör kapatılıp açıldıktan sonra ayarlanan değerler etkin olur.

1.5.2. Parametre Ayarlarının İçeriği

PARA Nu.	Açıklama	Ayar Değeri	Dikkat Edilecek Noktalar
0	Kontrol modu, yenilenebilen durdurma opsiyonunun seçimi	0000	➢ Kontrol modunun seçimi: "0" pozisyonu ➢ Dinamik durdurma opsiyonunun seçimi: "0" kullanılmaz.
2	Otomatik dönüş	0103	➢ Otomatik dönme seçeneği: 1 her iki pozisyon ve hız döngüsü için çalıştırılabilir. ➢ Makinenin seçimi (sürtünme): 0 normal ➢ Otomatik dönüşün tepki değeri: 3 orta değerde yanıt
3	Elektronik vites (çoklamalı komut darbe faktörü sayıcısı)	256	4.1.1. numaralı konuya bakınız.
4	Elektronik vites (çoklamalı komut darbe faktörünün birimi)	125	
Diğer parametre değerleri için başlangıç ayar değerleri kullanılır.			

Tablo 1.1: Pozisyon kontrol ünitesinin parametre ayar içeriği

1.5.2.1. Kontrol Modu, Regenerative Durdurma Opsiyonunun Seçimi (PARA Nu. 0)

Çıkış sinyali ile ne kontrol edilecekse kontrol modu bu seçime göre ayarlanır. Kontrol edilecek nitelikler pozisyon, hız ve tork olabilir. Ancak bu uygulamada pozisyon kontrolü üzerinde durulmuştur.

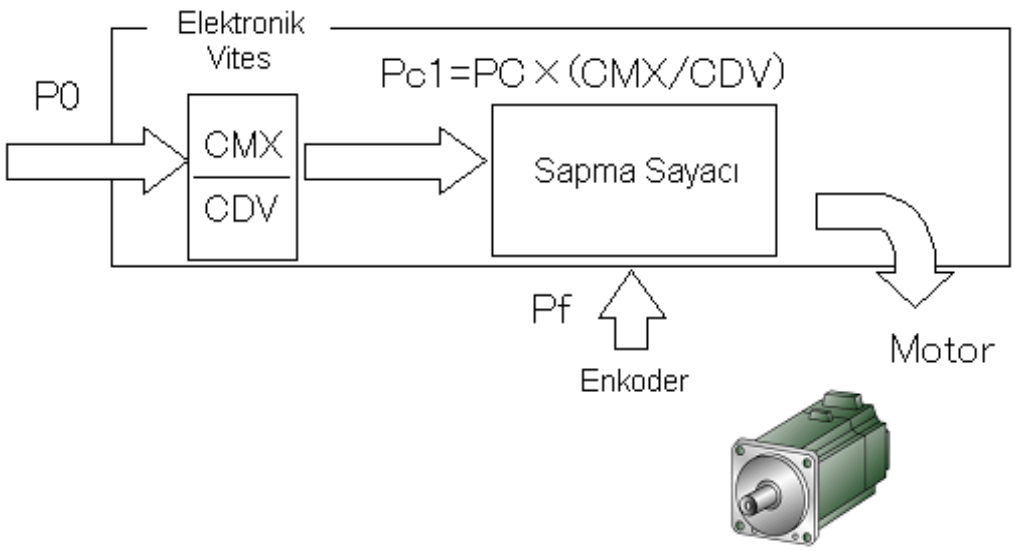
Servo amplifikatörden gelen komutlarla motorun hızı yüksek seviyelere ulaştığı zaman motor elektrik enerjisi üreteci şeklinde çalışır ve sonuçta servo amplifikatör bozulabilir. Dinamik durdurma fonksiyonunda üretilen elektrik enerjisi yok edilebilir. Enerji direnç üzerinden ısı enerjisine çevrilerek harcanır.

1.5.2.2. Otomatik Dönüş (PARA Nu. 2)

Servo yükselteç, çalışma sırasında makinenin karakteristiğine göre otomatik olarak ayarlama yapma fonksiyonuna sahiptir (atalet momenti). Yapılmak istenen kontrol işlemine göre otomatik akortlama seçeneği ayarlanır. Seçilebilecek içerikler şunlardır:

- Sadece hız kontrol döngüsü (interpolation control), hız ve pozisyon kontrolünün her ikisi (executed for both position and speed loops) ve hiçbiri (nu.).
- Normal veya sürtünme kuvvetinin en büyük olduğu değer (friction is large) menüleri cihazın seçme uçlarından ayarlanabilir. Sürtünme kuvvetinin en büyük olduğu değer seçildiği zaman gelişmiş pozisyon karakteristiği ayarı yapılabilir.

1.5.2.3. Elektronik Vites (Çoklamalı Komut Darbe Faktörü Sayıcısı ve Birimi) (PARA Nu.3 Nu.4)



Şekil 1.12: Elektronik vites

P0: Frekans komut darbesi (Command pulse frequency [pps])
Pf: Geri besleme darbesi (Feed back pulse [pls/rev])

Komut darbesi pozisyon kontrol ünitesinin çıkışından alınır. Elektronik vites, servo yükseltece doğru olan komut darbesi ile enkoderden gelen geri besleme darbesinin arasındaki oran olarak tanımlanır. Bu kısmın paydası CDV ve payı CMX şeklinde gösterilir.

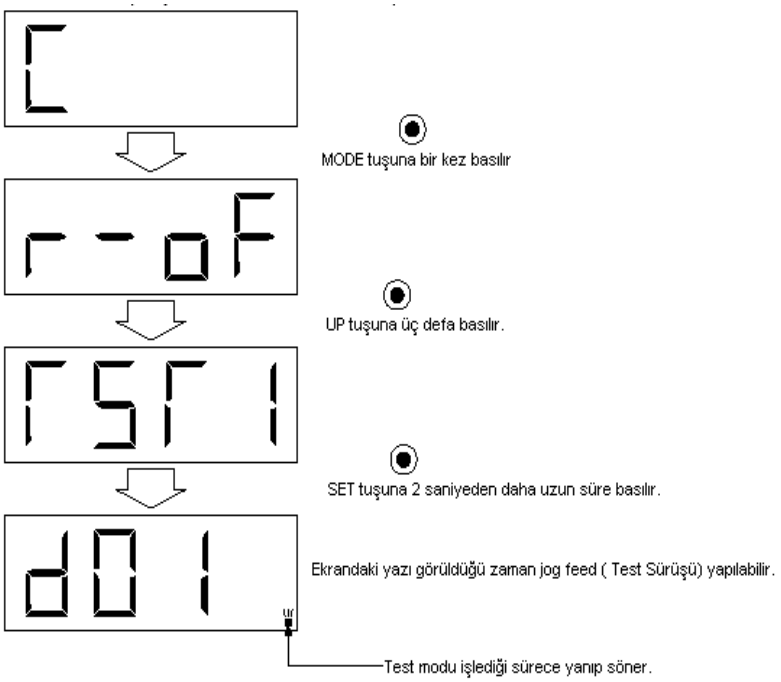
CMX: Çoğullayıcı sabit (Constant multipleX)
CDV: Bölücü sabit (Constant division)

1.6. Test Sürüşü

Test sürüşü (jog feed) işlemi pozisyon kontrol ünitesinin girişinden komut palsi zinciri göndermeksizin yapılabilir (positioning control unit).

1.6.1. Mod Değiştirme

Güç kaynağı açıldıktan sonra ekranda gözüken değerler ayarlanır.



Şekil 1.13: Mod değişimi

1.6.2. Başlatma Metodu

Aşağıdaki işlemde servo motor 200[rpm]'de döner. Bu anda sabit hıza ulaşma ve durma süreleri 1[s] ile sabitlenmiştir. Dâhilî güç kaynağı kullanılmak istendiğinde EMG-SG ve VDD-COM uçları birbirine bağlanmalıdır (bağlantı şemasına bakınız). Durdurmak için ilgili buton serbest bırakılmalıdır.

Rotation Direction	Operation
CCW	UP Press
CW	DOWN Press

Şekil 1.14: Başlatma metodu

1.6.3. Göstergenin Durumu

Test sürüşü sırasında servo motorun durumunu görmek için MODE tuşuna basılır.

1.6.4. Test Sürüşünü Sonlandırmak (Termination of Jog Feed)

Test sürüşünden çıkmak için güç anahtarı bir defa kapatılır ya da d01 ekranına ulaşmak için MODE tuşuna basılır ve ardından SET tuşuna 2[s]'den daha uzun süre basılır.

1.7. Pozisyon Kontrol Ünitesi (FX2N-20GM)

Pozisyon kontrol ünitesinde kendine ait parametrelerin ayarlanması gerekir.

1.7.1. Parametre Ayarları

Pozisyon kontrolü için parametre girişleri FX-PCS-VPS/WIN-E program editöründen yazılım yoluyla girilir.

Parametre ayarları aşağıdaki gibi ayarlanmalıdır:

- Maksimum çalışma hızından komut darbe frekansı elde edilir ve gerek duyulursa servo amplifikatör üzerinden elektronik vites değiştirilir.
- Sistemin üniteleri belirlenir (PARA.0).
- Darbe oranı (PARA.1) ve besleme darbesi belirlenir (PARA.2).
- Motor sistem ünitesi PARA.0 olarak seçildiği zaman darbe oranı ve besleme darbesinin belirlenmesine gerek yoktur.
- Diğer parametreler belirlenir.

1.7.2. Komut Darbesi Frekansı ve Maksimum İşlem Hızı

Servo motorun HA-FF dönüş hızının oranına göre gerekli olan komut darbesi frekansı elde edilir. (3,000 r/min) servo motorun karakteristiğinden dolayı kesin dönüş hızında komut darbesi frekansı (f0) geri besleme darbesi frekansına karşılık gelecektir. Aşağıda bu eşitlik gösterilmiştir.

$$f0 \times \frac{CMX}{CDV} = Pf \times \frac{N0}{60} \qquad \text{(a)}$$

NU: Servo motorun dönüş hızı[rpm] (Servo motorun özelliğine göre belirlenir.)

Servo amplifikatörde elektronik vitesin parametre değeri başlangıç değerine (1:1) oranında ayarlandığı zaman f0 frekansı yukarıdaki eşitliğe (formüle a'ya) uygulanır.

Pf enkoderden gelen geri besleme darbesinin frekansıdır. Motor (HA-FF13), seçilmesi durumunda 8,192[pls/rev] ayarlanır. Bu değer motorun katalog değerinden alınır.

$$f0 \times = Pf \times \frac{N0}{60} = 8{,}192[pls/rev] \times \frac{3{,}000[rpm]}{60} = 409{,}600[pps]$$

Bununla birlikte, pozisyon kontrol ünitesinin (FX2N-20GM) maksimum frekansı 200[kpps] olduğundan (katalog değerine göre) elektronik vites ayarlanmalıdır.

Elektronik vites $\frac{CMX}{CDV}$ (a) eşitliğinden elde edilir.

$$\frac{CMX}{CDV} = Pf \times \frac{N0}{60} \times \frac{1}{f0}$$
$$= 8{,}192[pls/rev] \times \frac{3{,}000[rpm]}{60[s]} \times \frac{1}{200 \times 10^3[pps]}$$
$$= \frac{256}{125}$$

Sonuç olarak servo yükselteçte parametre değerleri **Nu.3 (CMX)** ve **Nu.4 (CDV)** "**CMX=256, CDV=125**" şeklinde ayarlanır.

1.7.3. Ünitelerin Sistemleri

Seçilmesi gerekli üç farklı ünite sistemi vardır. Bunlar; mekanik sistem, motor sistemi ve aşağıdaki özelliklere sahip birleştirilmiş sistemlerdir.

- **Mekanik sistem [0]**

Bu sistem seçildiği zaman mekanik birimindeki [mm/min, cm/min] hareket miktarı ve işlem hızında olduğu gibi hareket miktarı ve hız değerlerine bağlı olan parametreler ayarlanır. Buna ek olarak darbe oranı ve besleme oranı ayarlanmalıdır.

- **Motor sistem [1]**

Bu sistem seçildiği zaman darbe birimindeki [pls, Hz] hareket miktarı ve işlem hızında olduğu gibi hareket miktarı ve hız değerlerine bağlı olan parametreler ayarlanır. Bununla birlikte sistem içinde darbe ve besleme oranının ayarlanmasına gerek yoktur.

- **Birleşik sistem [1]**

Bu sistem seçildiğinde hareket miktarı ve hızına bağlı parametre değerleri mekanik birim **[mm/min, cm/min]** olarak hareket miktarı ve işlem hızı ise darbe birimi **[pls, Hz]** olarak ayarlanır. Bununla birlikte darbe ve besleme oranının da ayarlanması gerekir.

1.7.4. Darbe Oranı ve Besleme Oranı

Darbe oranı ve besleme oranı aşağıdaki gibi elde edilmiş olacaktır.

- **Darbe oranı**

Darbe oranı servo motorun bir dönüşü için gereken darbe miktarını gösterir ve aşağıdaki eşitlikten (b) elde edilir.

Darbe oranı (PARA Nu.1) $$A = Pf \times \frac{1}{\frac{CMX}{CDV}} \qquad \text{(b)}$$

Eşitlik (b)'de (CMX=256, CDV=125) şeklinde yazıldığı zaman darbe oranı elde edilir.

Darbe oranı (PARA Nu.1) $$A = 8{,}192[pls/rev] \times \frac{1}{\frac{256}{125}} = 4{,}000[pls/rev]$$

- **Besleme oranı**

Besleme oranı, servo motorun bir dönüşüne karşılık çalışma parçasının hareket miktarını gösterir. Buradan aşağıdaki eşitlik (c) elde edilir.

Besleme oranı (PARA Nu.2)

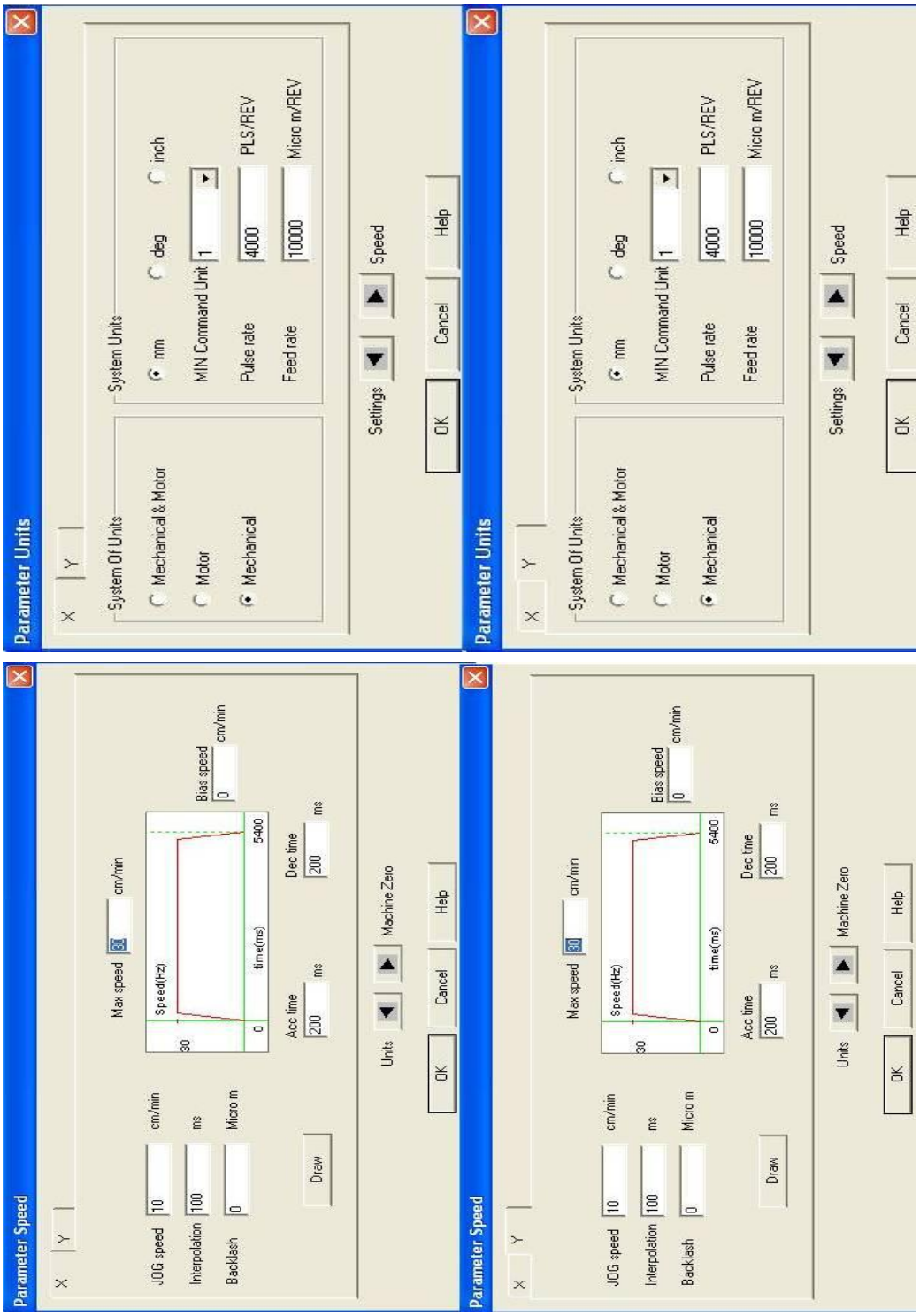
$$B = [\text{Hız azaltma oranı}] \times Pb\,[\text{Yuvarlak vida adımı}] \times \frac{1}{\text{Dönüş Sayısı}}$$

Gerçekte vida adımının 5[mm] ve hız azaltma oranının ise 2 olması sebebiyle aşağıdaki değer elde edilir (Bir dönüşte 10[mm] hareket eder.)

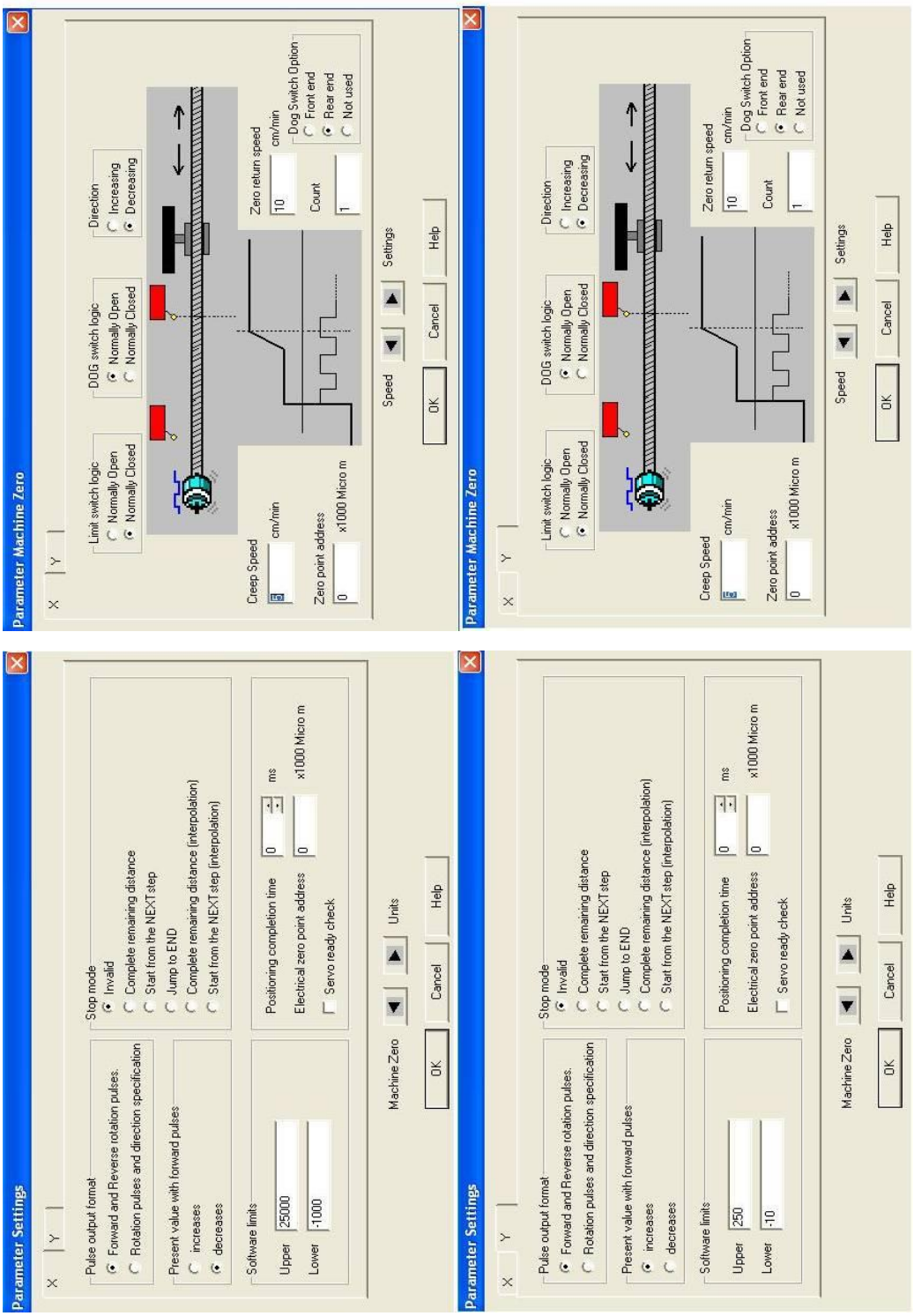
Besleme oranı (PARA Nu.2)

$$B = 2 \times 5[mm] \times \frac{1}{1[rev]} = 10[mm/rev] = 10{,}000[\mu m/rev]$$

1.7.5. Pozisyon Parametreleri



Resim 1.5: Pozisyon parametreleri

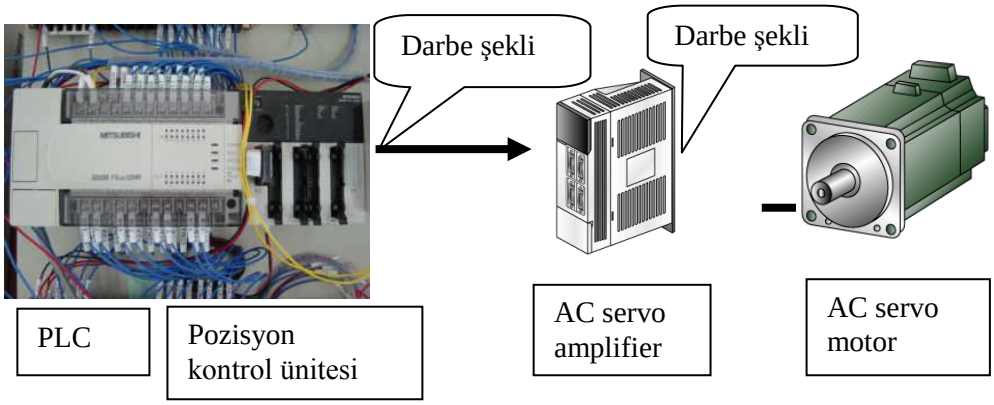


Resim 1.6: Pozisyon parametreleri

Referans

Darbe Şekli

AC servo motoru sürmek için pozisyon kontrol ünitesi ile AC servo yükseltecin darbe şekli uyumlu olmalıdır.

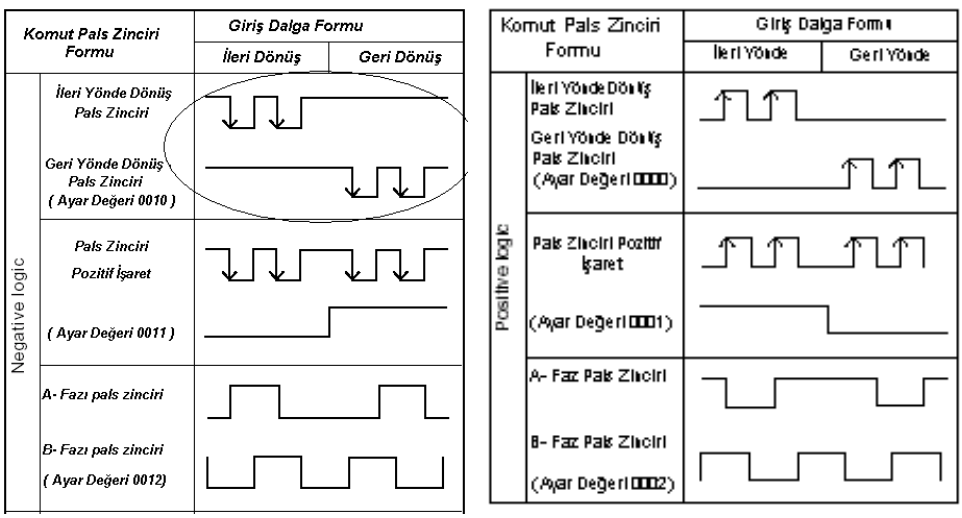


(Pozisyon Kontrol Ünitesi) PARA11 Ayarlanması Gereken Değer= "0"

Pals Çıkış Çizelgesi

Setting = "0" FP = İleri yönde dönüş palsi RP = Geri yönde dönüş palsi	Setting = "1" FP = Dönüş Palsi RP = Yön Belirleme
FP OFF ON OFF RF ON	PLS ON OFF SIGN Forward Reverse OFF ON

(AC servo Amplifier) P21 Ayarlanması Gereken Değer = 0010



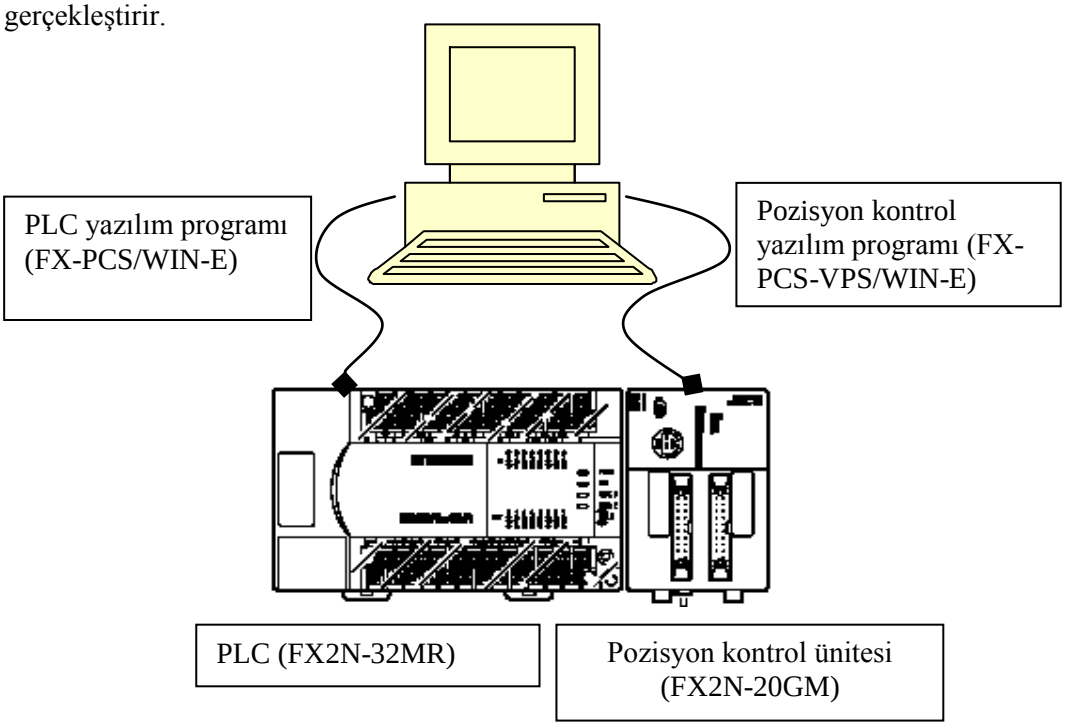
Şekil 1.15: Darbe şeklinin belirlenmesi

1.8. Programlama

FX2N-20GM pozisyon kontrol ünitesi bağımsız olarak kontrol edilebilir. Pozisyon kontrol programının tasarım aşamaları aşağıda gösterilmiştir.

- AC servo motorun pozisyon kontrolü için öncelikle pozisyon kontrol ünitesinin programı tasarlanır.
- Daha sonra PLC'nin kontrol edeceği donanımlar için (pnömatik vb.) gerekli programlar tasarlanır.

Bus bağlantısı: PLC ile pozisyon kontrol ünitesi arasındaki iletişimin sağlaması için kullanılır. PLC'nin pozisyon kontrol ünitesiyle olan iletişiminde bu üniteye bilgi gönderilip bu üniteden bilgi alınabilir. PLC bu işlemlerini [TO] ve [FROM] komutlarını kullanarak gerçekleştirir.



Referans bus bağlantısı

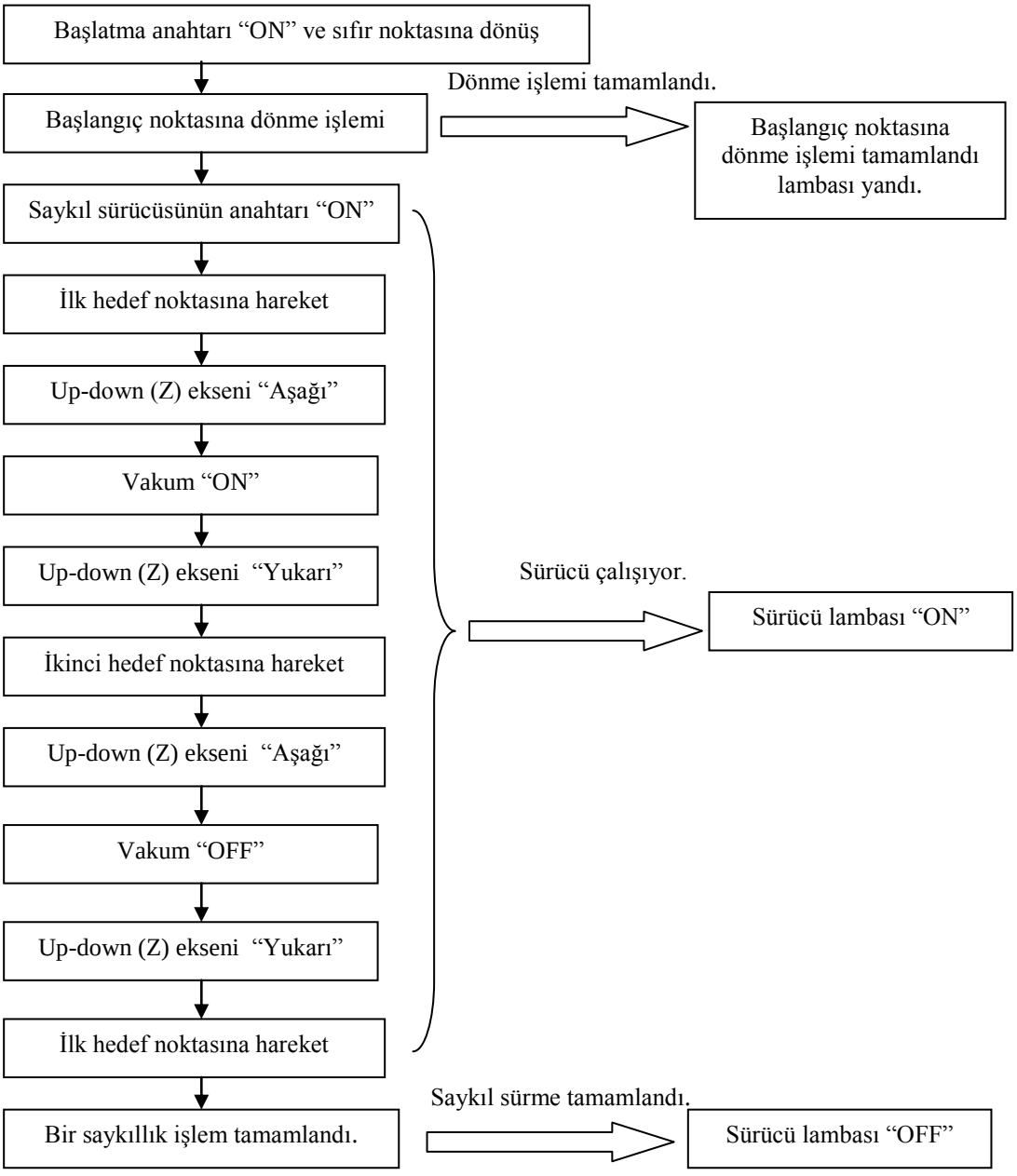
Bu aygıt genel olarak "bus" diye isimlendirilen paralel bir veri yolu ile bağlanır. Kişisel bilgisayarlarda genişletilmiş kart ve IDE sürücüleri diğer aygıtlar ile sağlanır.

Şekil 1.16: Bus bağlantısı

Aşağıda gösterilen üç eksenli hareket edebilen cross şeklinde bağlanmış robot programının akış şekli gösterilmiştir. Bu işlem için girişler ve çıkışlar arasındaki adresleme ve kablolama işlemi ile gelişmiş parametre ayarlarının daha önceden yapılmış olması gerekir.

Programda eksenlerin sağa sola kayma hareketi AC servo motorun pozisyon kontrolü ile sağlanır. Silindirlerin yukarı-aşağı hareketi ile çalışma parçasının taşınması ve

vakumlama işlemi ile de parçanın tutunması gerçekleştirilir. Tüm bu hareketler ardışık olarak gerçekleştirilir. Ayrıca sistemdeki silindirlere hava tatbik edileceğinden hava iletim kanalları ile vakum sensörünün kablolama işleminin önceden yapılmış olması gerekir.



Şekil 1.17: Robotun çalışma algoritması

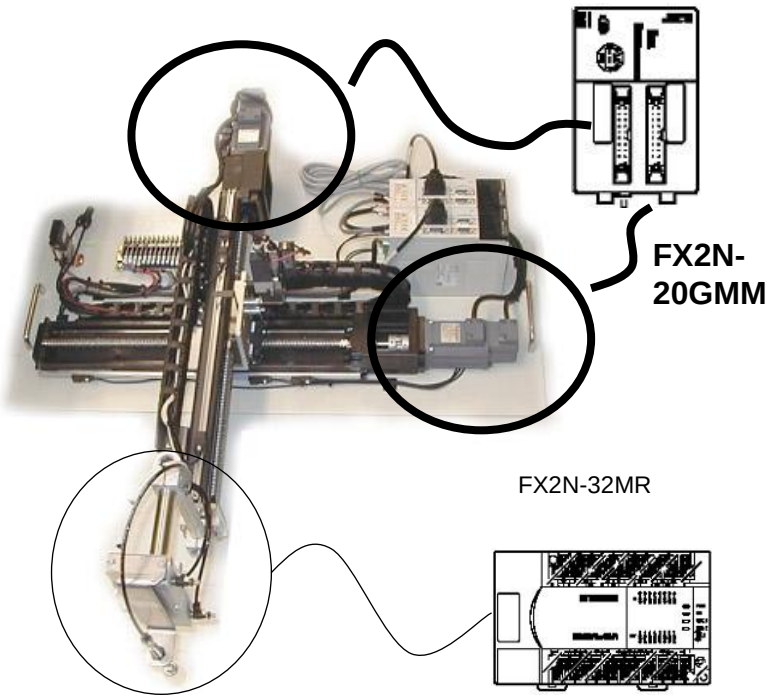
1.8.1. Pozisyon Kontrol Ünitesinin Programlanması (VPS)

Posizyon kontrol ünitesinin programlama aşamaları aşağıda gösterilmiştir.

1.8.1.1. Pozisyon Kontrolün Akış Diyagramı

Pozisyon kontrol ünitesindeki tüm pozisyonların hareketleri aşağıda açıklanmıştır.

Çalışma parçası ilk hedef noktasından vakumlanarak alınır ve ikinci hedef noktası üzerine gelince serbest bırakılır. Bu işlemden sonra sistem ilk hedef noktasına geri döner. AC servo motorun eksenleri kaydırma hareketi, pozisyon kontrol ünitesinden (FX2N-20GM) gelen komut sinyalleri ile gerçekleştirilir. Vakumlama ekipmanı ve hava silindirlerinin Z ekseni üzerindeki yukarı aşağı hareketleri ise PLC (FX2N-32MR) kontrolörü ile sağlanır.

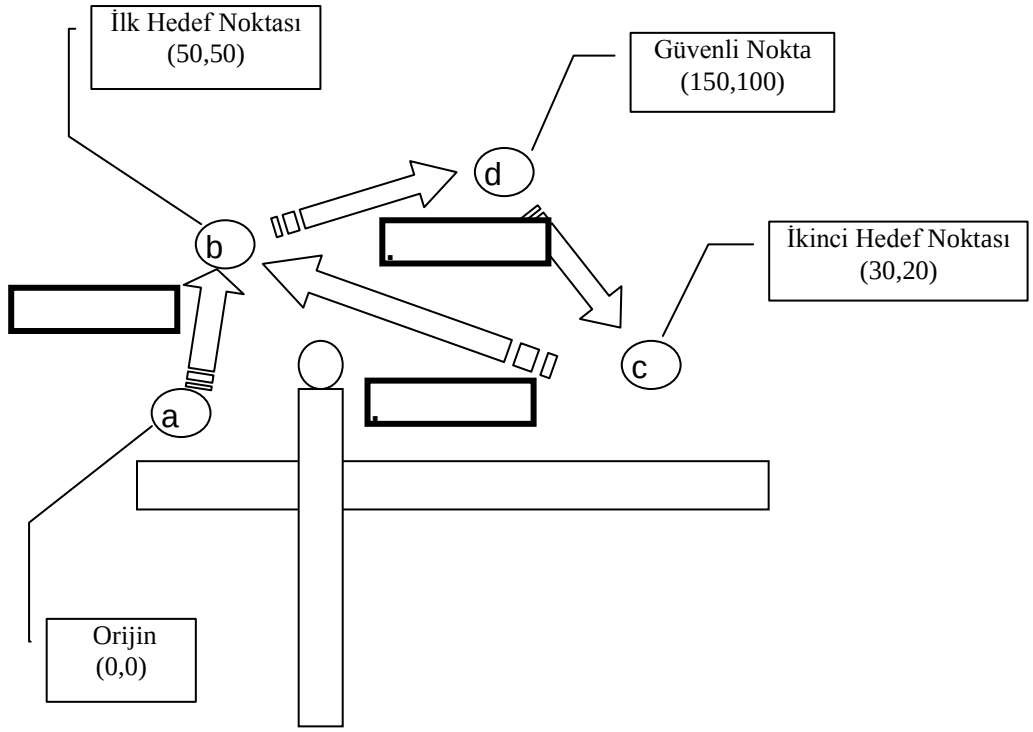


Şekil 1.18: Pozisyon kontrol ünitesi

Uygulamamızda iki konumlu pozisyon kontrolü yapabilen sürücü kullanılmıştır.

- **İşlem Nu. 1: İlk hedef noktasına hareket**
- **İşlem Nu. 2: Güvenli nokta üzerinden ikinci hedef noktasına hareket**

Aşağıda takip edilmesi gereken her bir hedef noktasının koordinat bilgileri gösterilmiştir.



Şekil 1.19: Hareket noktalarının belirlenmesi

- **İşlem Nu. 1**

Pozisyon kontrol ünitesinin "Ox1" numaralı programı aşağıdaki gibidir.
Mil birinci hedef noktasına doğru hareket eder.
Bu işlem orijin noktasından başlayabildiği gibi ikinci hedef noktadan da başlayabilir. Kısaca, sistem son olarak nerede kaldıysa o noktadan başlayıp ilk hedef noktasına ulaşılır.
Bu işlemin yürütülmesi işlemi hızlı bir şekilde yapılabilir. Çünkü bu işlem süresince çalışma parçası daha yerinden alınmamıştır.

Program Ox1

Satır Numarası	Komut	Açıklama
N0	cod90(ABS)	Mutlak adresleme
N1	cod00(DRV) x50 y50	İlk hedef noktasına yüksek hızda hareket
N2	m02(END)	End

- **İşlem Nu. 2**

Pozisyon kontrol ünitesinin "Ox2" numaralı programı aşağıdaki gibidir.

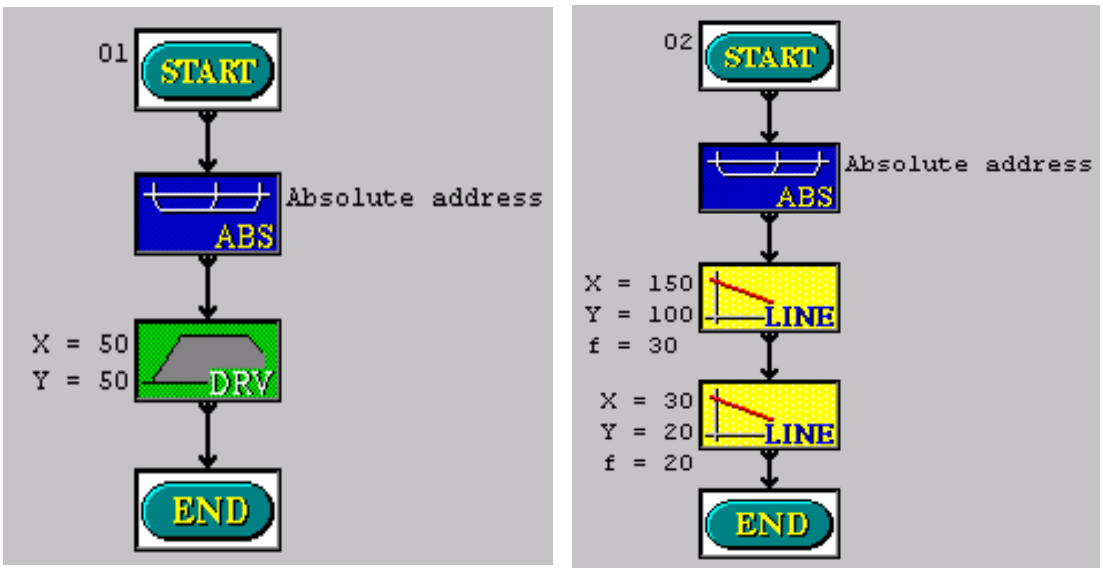
Milin ikinci hedef noktasına doğru hareket eder.

Bu işlem, ilk hedef noktasından ikinci hedef noktası üzerine güvenli nokta üzerinden geçilerek gerçekleştirilir.

Çalışma parçası yerinden alınıp hareket ettirildiğinden parçanın vakum ağzından düşebilme ihtimaline karşı işlem yavaş yürütülmelidir.

Program Ox2

Satır Numarası	Komut	Açıklama
N0	cod90(ABS)	Mutlak adresleme
N1	cod01(LIN)x150 y100f30	Güvenli noktaya f30 hızında hareket
N2	cod01(LIN) x30 y20 f20	İkinci hedef noktaya f20 hızında hareket
N3	m02(END)	End



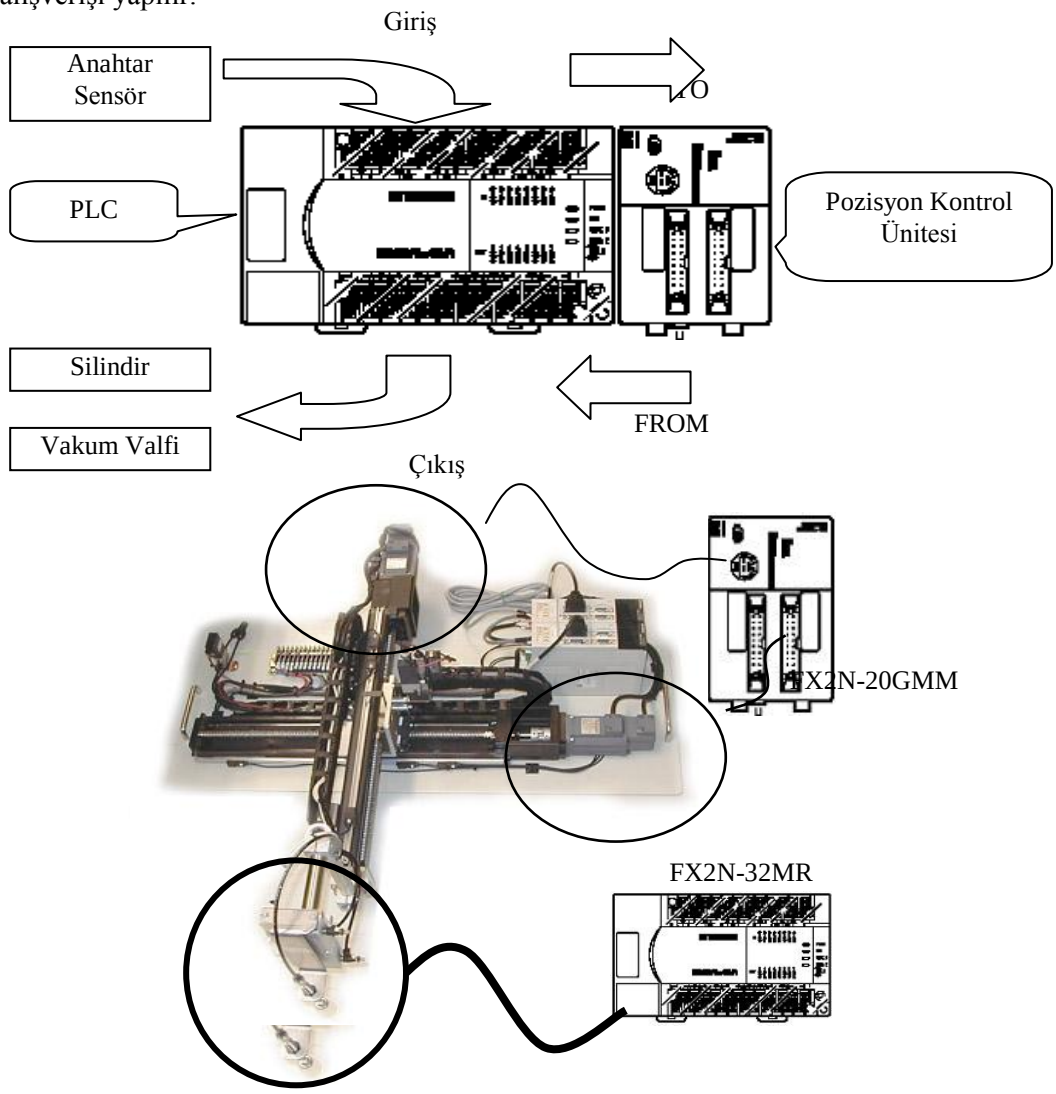
Şekil 1.20: VPS programıyla program yazımı

1.8.2. PLC'nin Programlanması

Aşağıda PLC programının işleyişi gösterilmiştir.

(1) Hava silindirinin kontrolü (Z ekseni)
(2) Vakum valfinin kontrolü
(3) Sıfır noktasına dönüş komutu ve pozisyon kontrol ünitesi için program seçimi
(4) Programı başlatma bilgisi

Silindir, valf ve sensör giriş çıkış birimlerine bağlanır. Pozisyon kontrol ünitesi de (bus) veri yolu ile bağlanır. [FROM], [TO] gibi komutlar kullanılarak veri yolu üzerinden bilgi alışverişi yapılır.



Şekil 1.21: Pozisyon kontrol ünitesinin bağlantısı

1.8.2.1. PLC'nin Giriş-Çıkış Bağlantı Tablosu

Aşağıdaki tabloda PLC'nin giriş çıkışlarıyla yapılan tesisatı gösterilmiştir.

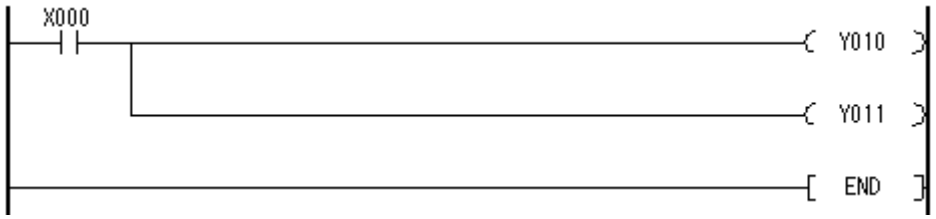
Aygıt	Tahsisat	Açıklama
X00	SW4	Bu anahtar her iki milin servo "ON" işlemini başlatır.
X03	SW2	Bir saykıllık işlemi başlatma anahtarı
X04	SW3	Bir saykıllık çalışmayı durdurma anahtarı
X05	SW1	Sıfır noktasına dönüş işlemi
X06	Silindirin üst kenar sensörü	Silindirin üst kenar noktaya gelip gelmediğini kontrol eden doğrulama sensörü (Z eksen)
X07	Silindirin alt kenar sensörü	Silindirin alt kenar noktaya gelip gelmediğini kontrol eden doğrulama sensörü (Z eksen)
X10	Vakum sensörü	Vakum durumunu doğrulama sensörü
Y01	Selonoid valf (Z eksen silindir)	Z ekseni silindir ile alt seviyeye gelir.
Y02	Vakum formu	Vakum valfini açar (ON).
Y03	Sıfır noktasına dönüşün tamamlandığını gösteren lamba (LP1)	Eksenler sıfır noktasına ulaştığında işlemi tamamladığını gösteren lamba
Y04	Hazır lambası (LP2)	Millerin (X, Y eksen), bir işlemi gerçekleştirmek için hazır hâlde beklediğini gösteren lamba
Y05	Sürücü lambası (LP4)	"Sürücü çalışıyor" lambası
Y10	Servo ON (alt mil X ekseni)	Servo ON yapmak için gerekli çıkış sinyali (Alt mil X ekseni)
Y11	Servo ON (üst mil Y ekseni)	Servo ON yapmak için gerekli çıkış sinyali (Üst mil Y ekseni)

Tablo 1.3: PLC'nin giriş / çıkış noktalarının belirlenmesi

1.8.2.2. Servo ON Yapma Programı

Aşağıdaki PLC programında servo ON yapma programı gösteriliyor. X00 anahtarını ON yapıldığında Y10 ve Y11 ON olacak. Bu konumunu koruması için mühürleme işlemi

veya X00 gibi alternatif anahtar kullanılmalıdır. Bu uygulamada alternatif anahtar kullanılmıştır.



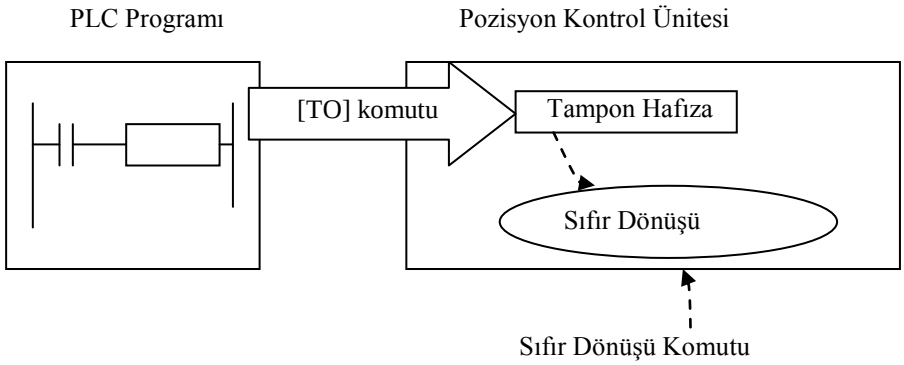
Şekil 1.22: Servo ON yapma programı

1.8.2.3. Sıfır Dönüş Devresi

Sıfırlama noktasına dönüş işlemi pozisyon kontrol ünitesinin girişine (FX2N-20GM) uygulanan [ZRN] sinyali ile gerçekleştirilir. Bu işlem her iki eksen için de ayarlanmalıdır. Parametre ayarları doğru olarak girildiğinde ve [ZRN] ON yapıldığında sıfır dönüş işlemi tüm eksenler için başlayacaktır.

Sıfır noktasına dönüş işleminin komutu, pozisyon kontrol ünitesine direkt olarak uygulanamaz. Yapacağımız işlemin komutu PLC tarafından gönderilmelidir.

[TO] komutu PLC programının içinde kullanılır. İşlem için gerekli komutlar pozisyon kontrol ünitesindeki tampon hafızaya aktarılır.

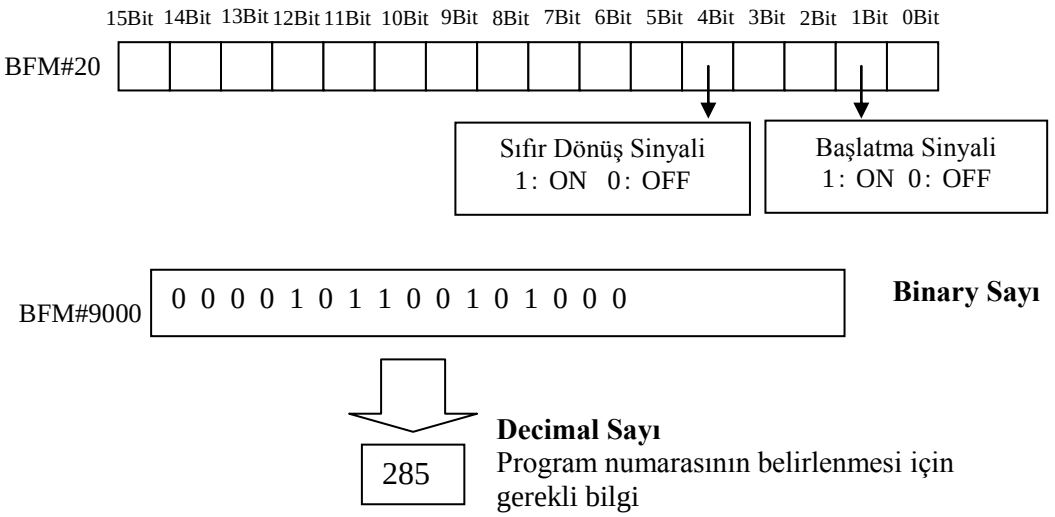


Şekil 1.23: Sıfır noktasına (orjine) dönüş işlemi

Referans **tampon hafıza**

Tampon hafıza birimi bilgilerin PLC'ye aktarılması için pozisyon kontrol ünitesinde atanmış bir hafıza ünitesidir. PLC ve tampon hafıza arasındaki bilgi aktarımı 16 bitten oluşur. 16 bitlik tampon hafızadaki her bir bitin bir rolü vardır.

Tampon hafıza (buffer memory) "BFM" olarak tanımlanır ve "BFM" karakterlerinden sonra "#" işareti ve sayısal değer yazılarak adres tanımlaması yapılır.

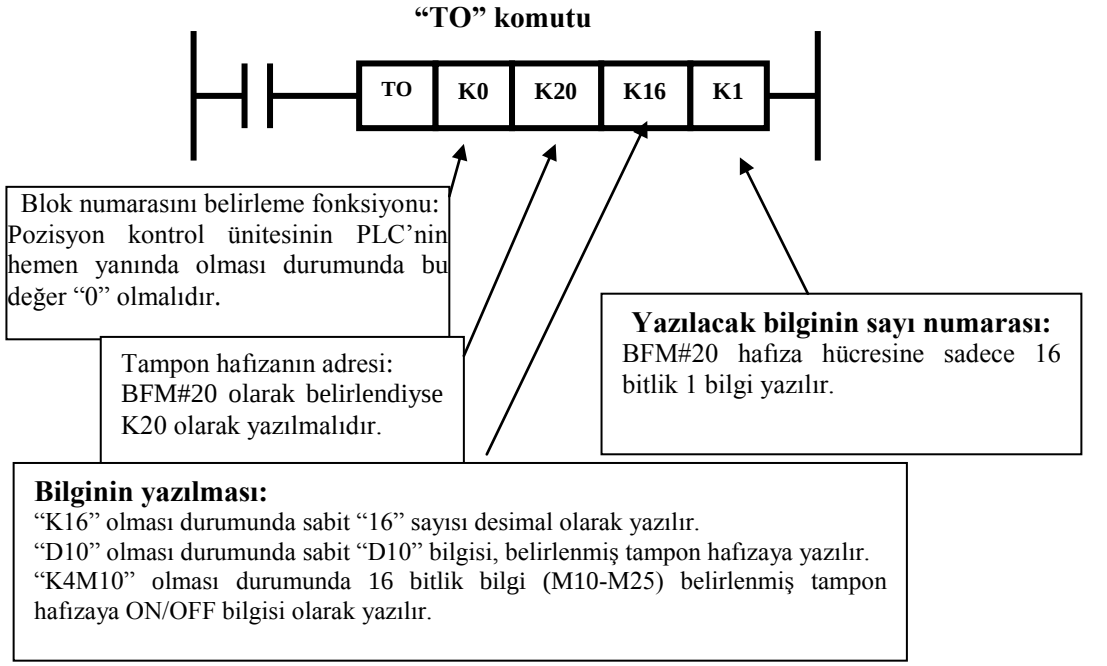


Şekil 1.24: BFM #20 ve BFM#9000 numarılı tampon bellekler

Eksen	Adres (Tampon Hafıza)	Bit Numarası
X ekseni	BMF#20	4. bit
Y ekseni	BFM#21	4. bit

Tablo 1.4: Çalışma durumunu bildiren hafızalar

Pozisyon kontrol ünitesinin tampon hafızasına gönderilen bilgilerin işlevi aşağıda açıklanmıştır. Sıfır noktasına dönüş işlemini başlatmak için tampon hafızaya gönderilecek bilginin değeri ve adresi aşağıdaki tabloda açıklanmıştır. "TO" komutu PLC'de tasarlanan programın içinde kullanılır ve bilgiler pozisyon kontrol ünitesinin tampon hafızasına gönderilir.



Yukarıdaki programda "TO" komutunun anlamı şu şekilde açıklanabilir.

20 (BFM#20) numaralı tampon hafıza adresinin içine "16" desimal sayısı yazılmak istendiğinde bunun binary karşılığı olan "10000" bilgisi fonksiyon blokunun içine yazılmalıdır.

Desimal sayı "16" → Binary sayı "10000"

	15Bit	14Bit	13Bit	12Bit	11Bit	10Bit	9Bit	8Bit	7Bit	6Bit	5Bit	4Bit	3Bit	2Bit	1Bit	0Bit
BFM#20												**1**				

Şekil 1.25: TO komutunun yapısı

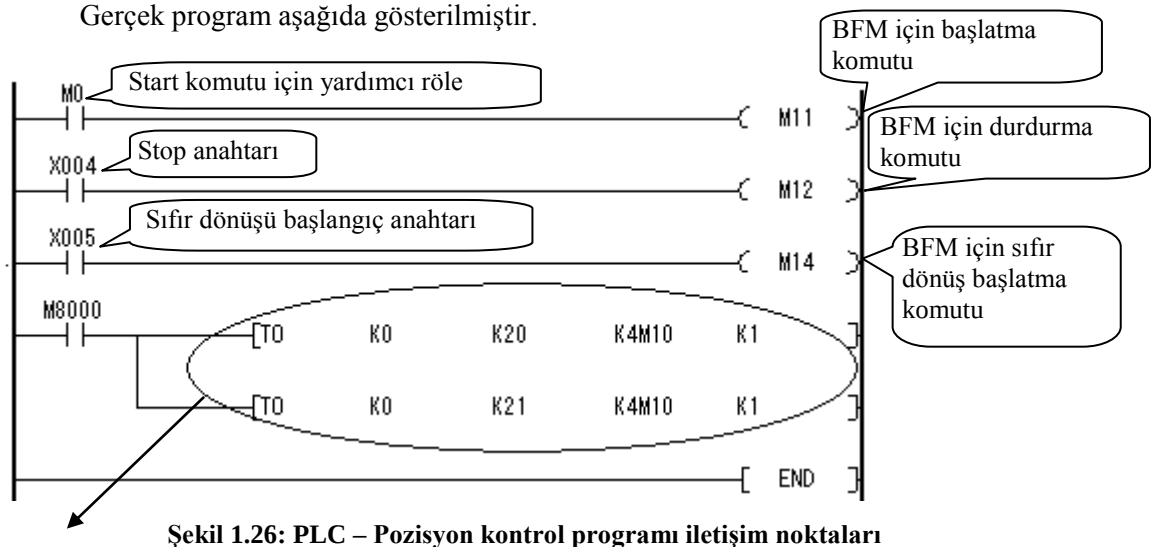
PLC(FX2N)→Pozisyon kontrol ünitesine (FX-20GM)

(FX20GM BFM Nu. X ekseni ve 2-eksen aynı anda: BFM#20,Y ekseni :BFM#21)

X ekseni 2-eksen aynı anda	Y ekseni	Açıklama
M010→M9000	M010→M9016	Single-step komut modu
M011→M9001	M011→M9017	Start komutu
M012→M9002	M012→M9018	Stop komutu
M013→M9003	M013→M9019	m kodu OFF komutu
M014→M9004	M014→M9020	Makine sıfır dönüş komutu
M015→M9005	M015→M9021	FWD JOG komutu
M016→M9006	M016→M9022	RVS JOG komutu
M017→M9007	M017→M9023	Hata sıfırlama
M018→M9008	M018→M9024	Sıfır dönüşü eksen kontrolü

Tablo 1.5: PLC'den pozisyon kontrol ünitesine kontrol uçları

Gerçek program aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 1.26: PLC – Pozisyon kontrol programı iletişim noktaları

BFM#20

15Bit	14Bit	13Bit	12Bit	11Bit	10Bit	9Bit	8Bit	7Bit	6Bit	5Bit	4Bit	3Bit	2Bit	1Bit	0Bit
M25	M24	M23	M22	M21	M20	M19	M18	M17	M16	M15	M14	M13	M12	M11	M10

BFM#21

15Bit	14Bit	13Bit	12Bit	11Bit	10Bit	9Bit	8Bit	7Bit	6Bit	5Bit	4Bit	3Bit	2Bit	1Bit	0Bit
M25	M24	M23	M22	M21	M20	M19	M18	M17	M16	M15	M14	M13	M12	M11	M10

Bu programda 16 bit (K4) M10'dan M25'e kadar olan yardımcı röle bilgisi tampon hafızanın "20" (BFM#20) numaralı adresine gönderilir.

Başlatma komutu için kullanılan "M0" yardımcı rölesi, daha sonra kullanılacak "M11" yardımcı rölesi için ayrılmıştır.

Dışardan kontrol edilecek durdurma (X4) ve sıfır dönüş başlatma (X5) anahtarı "M12" ve "M14" yardımcı rölelerine atanmıştır. Bu sinyaller pozisyon kontrol ünitesine "TO" komutunu kullanarak gönderilir.

X ve Y eksenlerinin her ikisi için de sıfır noktasına dönüş işlemi, yukarıdaki uygulamada başlatılmıştır.

- Kullanılan tampon hafızalar (4) numaralı tabloda gösterilmiştir.
- Özel yardımcı röleler (5) numaralı tabloda gösterilmiştir.
- Özel bilgi aygıtları (6) numaralı tabloda gösterilmiştir.

1.8.2.4. Pozisyon Kontrol Ünitesinin Durumunu Okuma Programı

Sistemin durumu pozisyon kontrol ünitesine yansımıştır. Dolayısıyla pozisyon kontrol ünitesinin durum kaydedicisinin okunması bize yapılan işlemin durumunu gösterecektir. Pozisyon kontrol ünitesinin "Sıfır dönüşü tamam", "Çalışıyor" ve benzeri güncel durumları, son durumları atanmış hafıza birimlerinden okunabilir.

Adresler aşağıda gösterildiği gibi okunur.

Eksen	BFM	Kullanılan Aygıtlar
X ekseni	#23	M9063-M9048
Y ekseni	#25	M9095-M9080

Tablo 1.6: Pozisyon kontrol ünitesinin durum değerlendirme yazmaçları

PLC (FX2N)←Pozisyon kontrol ünitesi (FX-20GM)

(FX20GM BFM Nu. X ekseni ve 2-ekseni aynı anda: BFM#23,Y ekseni:BFM#25)

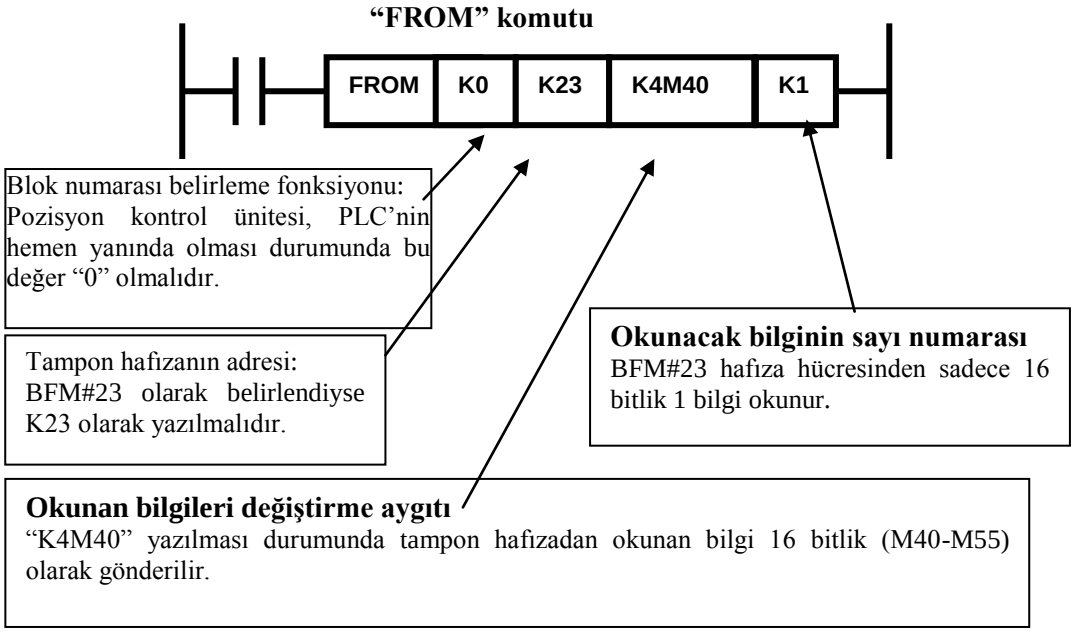
X ekseni 2-eksen aynı anda	Y ekseni	Açıklama
M040←M9048	M060←M9080	READY(ON)/BUSY(OFF)
M041←M9049	M061←M9081	Pozisyon kontrol tamamlandı.
M042←M9050	M062←M9082	Hata algılama
M043←M9051	M063←M9083	m kod ON sinyali
M044←M9052	M064←M9084	m kod bekleme durumu
M045←M9053	M065←M9085	m00(m100) bekleme durumu
M046←M9054	M066←M9086	(m102) bekleme durumu
M047←M9055	M067←M9087	Stop remaining device standby status
M048←M9056	M068←M9088	Otomatik çalışma işlemi START—ON END—OFF
M049←M9057	M069←M9089	Sıfır dönüş tamamlandı.
M050←M9058	M070←M9090	Kullanmıyoruz.
M051←M9059	M071←M9091	Kullanmıyoruz.
M052←M9060	M072←M9092	İşlem hatası
M053←M9061	M073←M9093	Sıfır işaretçisi
M054←M9062	M074←M9094	Ödünç işaretçisi
M055←M9063	M075←M9095	Elde işaretçisi

Tablo 1.7: Pozisyon kontrol ünitesinin durum değerlendirme yazmaçları içeriği

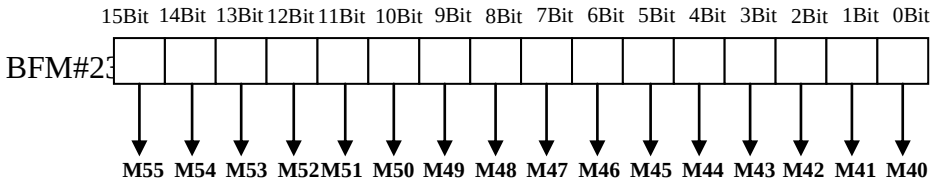
Konuyla ilgili kullanılan aygıtların ayrıntılı özellikleri;

(4) numaralı tabloda kullanılan tampon hafızalar,

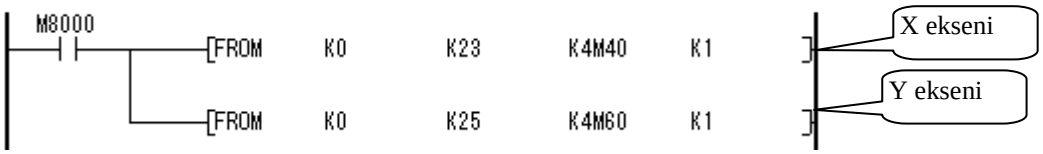
(5) numaralı tabloda kullanılan yardımcı rölelerin listesi (okumak için) şeklinde gösterilmiştir.



Yukarıdaki programda verilen "FROM" komutunun anlamı şöyledir:
23'üncü (BFM#23) numaralı tampon hafızadan okunan bir bilgi (16 bitlik) belirlenmiş ilk özel fonksiyon blokuna, oradan M40-M55 arasındaki 16 bitli yardımcı rölelere gönderilir.



Aşağıda "From" komutu kullanılarak yazılmış bir program görülmektedir.



Şekil 1.27: FROM komutunun uygulaması

Üstteki programda X ekseninin durumu M40-M55 yardımcı kontakları arasına gönderilirken Y ekseninin durumu M60-M75 yardımcı kontakları arasına gönderilir. Aşağıda ana sürücü ve açıklamalar gösterilmiştir. İlgili eksenlere ait M yardımcı röleler bir önceki sayfada gösterilmişti.

X ekseni	Y ekseni	Açıklama
M40	M60	Hazır (ON)/Meşgul (OFF)
M41	M61	Pozisyon kontrol işlemi tamamlandı.
M42	M62	Hata arama
M48	M68	Otomatik çalışma yürütülüyor. START—ON END—OFF
M49	M69	Sıfıra dönüş tamamlandı.

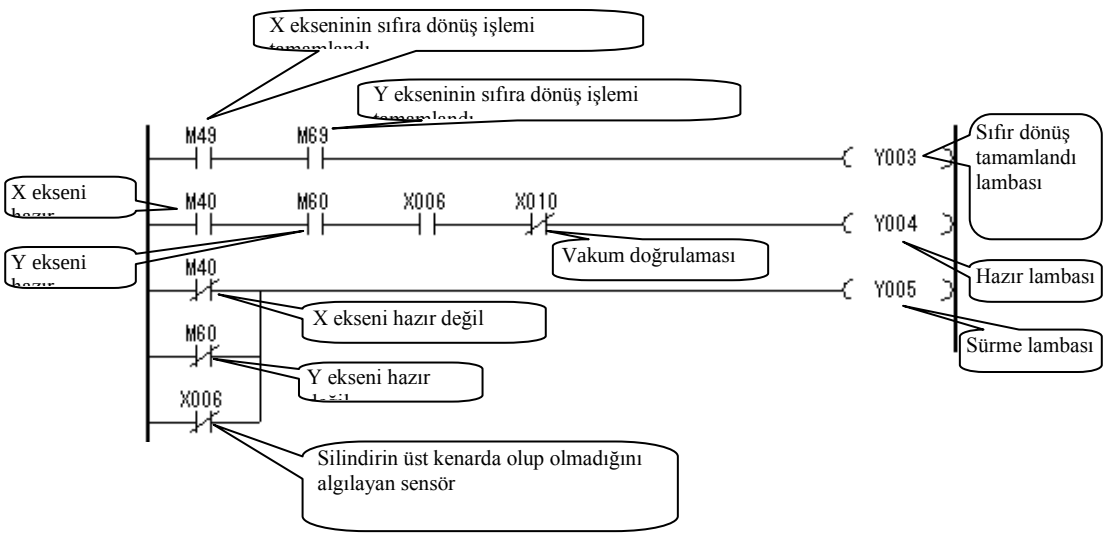
Tablo 1.8: Bazı yardımcı rölelerin fonksiyonları

1.8.2.5. Her Bir Lambanın Yanması İçin Gerekli Program

Devre üzerindeki lambaların gösterge olarak kullanılabilmesi için yapılan tasarımda lambaların açıklaması aşağıda gösterilmiştir.

İsmi	Aygıt	Açıklama
Sıfır dönüş işlemi tamamlandı lambası (LP1)	Y3	Sıfıra dönüş işlemi tamamlandığında bu lamba yanar.
Hazır lambası (LP2)	Y4	X ve Y eksenlerindeki miller çalışmaya hazır.
Sürme lambası (LP4)	Y5	Sürücü çalışıyor.

Tablo 1.9: Çıkış aygıtlarının durumları



Şekil 1.28: Pozisyon kontrol ünitesinin durumunu okuyan program

1.8.2.6. Program Numarası Belirleme

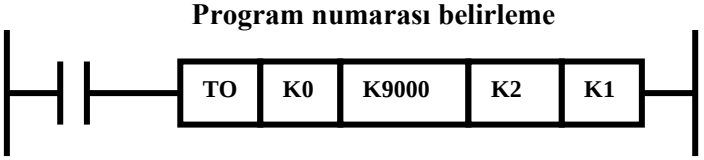
Pozisyon kontrol ünitesinin içine birden fazla program yazmak mümkündür. Gerektiği zaman sadece istenilen program parçacıkları çağrılır. Bunun için pozisyon kontrol ünitesinde pozisyon parametrelerinin girilmesi gereklidir.

Pozisyon Kontrol Ünitesi

PARA Nu.	Açıklama	Ayar Değeri	Önemli Noktalar
Nu.30	Program numarası belirleme	3	0: Program numarası "0" Sabit 1: Dijital anahtar 1 dijit (0—9) 2: Dijital anahtar 2 dijit (00—99) 3: Özel bilgi hafızasından belirlenir (D9000, D9010).

Tablo 1.10: Program numarasının belirlenmesi

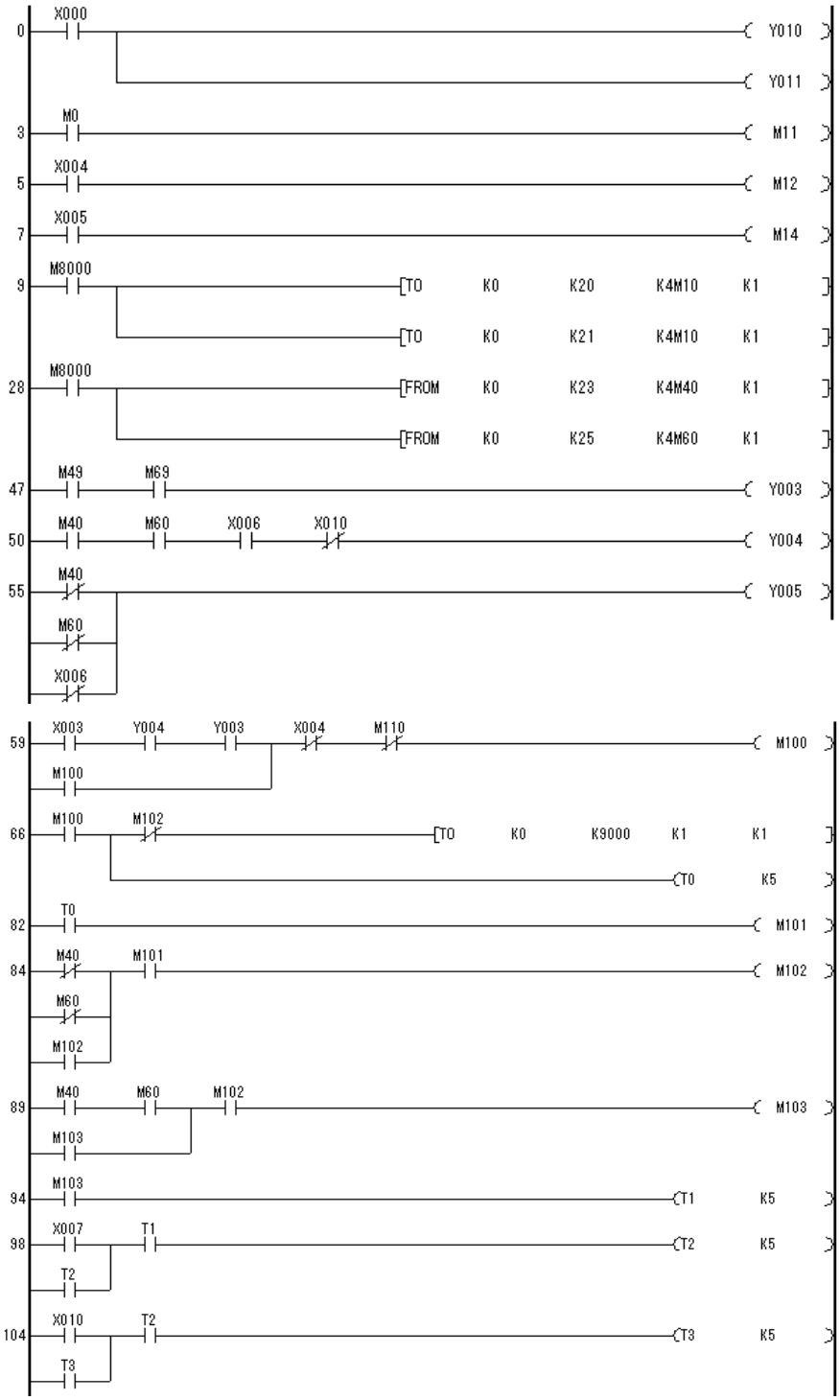
Program numarası belirleme

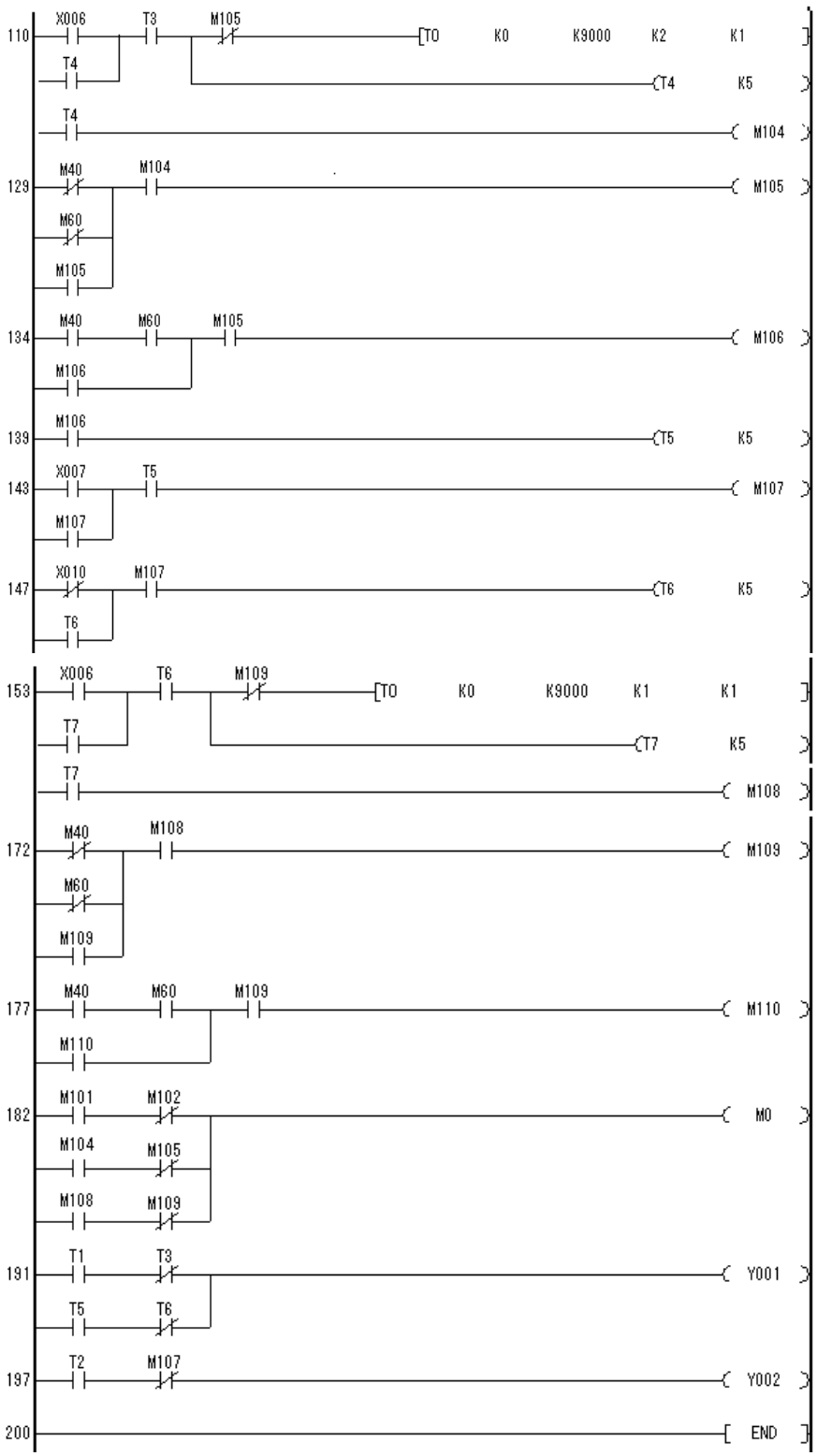


Program numarası, pozisyon kontrol ünitesindeki (BFM#9000) numaralı tampon hafızası kullanılarak belirlenir.

Yukarıdaki komutla program numarası "2" olan program parçacığı çağrılmış demektir. Bunun anlamı "2" numaralı programın çalıştırılacak olmasıdır.

PLC Programı





Şekil 1.29: PLC programı

UYGULAMA FAALİYETİ

AC servo motorun pozisyon kontrolünü yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Robot parçalarının montajı inceleyiniz.	➢ İşleme başlamadan önce kullanılacak robot parçalarının bağlantı durumuna göre yerlerini belirleyiniz. Özellikle birbiri ile bağlantısı yapılacak aygıtların yan yana getirilmesi kablo karmaşasını önler.
➢ Pozisyon kontrol ünitesi ile servo yükselteç arasındaki kablolamayı yapınız.	➢ Büyük bir bağlantı çeşididir. Kablo yönlerinin tırnaklarının birbiri içine oturması gerekir. Aksi takdirde bağlantı sağlanamaz. Bu kabloların sinyal gürültüsünü bastırabilme özelliği taşıması; ezilme, bükülme gibi durumlarda iş görmesini zorlaştırır. Bu sebeple dikkatli bir şekilde montajının yapılması gerekir.
➢ Servo amp. ayarlarını yapınız. • Parametre ayarları (servo amp) • Parametre ayarlarının içeriği • Test sürüşü	➢ Servo sürücü ile servo motorun arasındaki iletişim standardının aynı olması gerekir. Bu parametre ayarları ile sağlanır. Parametre ayarlarının yapılmasından sonra kontrol amacıyla test sürüşünün yapılmasında fayda vardır.
➢ Pozisyon kontrol ünitesinin programlamasını yapınız. • Parametre yarları (FX - VPS yazılımı ile) • VPS programının yazımı • PLC'nin programlanması	➢ VPS editöründeki parametre ayarları ile sistemde kullanılan sensör güvenlik anahtarları tanımlanır. Ardından VPS programında yapılacak işlemler sıralanır. Bunlara birer numara verilir. Son olarak bu program parçacıklarını çağırmak için PLC programı çağrılır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Servo motorlu bir sistem yavaş hızda çalıştırılırsa yüksek hassasiyette çalışmaz. Ancak verimi yüksek olur.

2. ( ) Servo motorlu bir sistem yüksek hızda çalıştırılırsa hassasiyet düşük olur. Sistemin doğruluğu da azalır.

3. ( ) Servo motorlu bir sistemde yüksek ve düşük hız koordineli bir şekilde kullanılırsa sistemde hata oranı yüksek olur.

4. ( ) Servo motor yüksek hıza sahipse belirlenen özel noktaya yaklaşıldığı zaman sistem düşük hıza geçirilmelidir.

5. ( ) AC servo motor kullanarak pozisyon kontrol işlemi yapılacaksa PLC, pozisyon kontrol ünitesi, AC servo motor ve servo yükselteç gibi kontrol ünitelerinin sistemde bulunması gerekir.

6. ( ) Limit anahtarı modu (indüksiyon motor için) bir pozisyon kontrol modu değildir.

7. ( ) Servo yükselteç PLC'den gelen darbe bilgilerini alır ve bu sayede AC servo motorun dönmesini sağlar.

8. ( ) Darbe oranı servo motorun bir dönüşü için gerekli olan darbe miktarını gösterir.

9. ( ) AC servo motoru sürmek için pozisyon kontrol ünitesinin enkoder algılama tipi ile AC servo yükselteçin darbe şekli uyumlu olmalıdır.

10. ( ) Servo motorun etkin bir şekilde çalışmaya başlamadan önce SERVO OFF programının bir defa çalıştırılmış olması gerekir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Fonksiyonlar ile AC servo motorun pozisyon kontrolünü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Pozisyon kontrol aygıtının özel yazmaçlarını inceleyiniz.
- Pozisyon kontrolde kullanılan aygıtların m kod uygulamalarıyla ilgili olanlarını saptayınız.

2. POZİSYON KONTROLÜNDE YARDIMCI KOMUTLAR (M CODE)

Servo motorların programlanmasında kullanılan yöntemler markaya göre çeşitlilik gösterebilir. Süreklilik gerektiren ve özellikle tekrarlı işlemler için ardışık kontrolde programların art arda yazılması yerine tek bir fonksiyon yazıp bu fonksiyonun gerektiğinde çağrılması yoluna gidilebilir. Bu iş için m kodu denilen sistem geliştirilmiştir.

"m kodu" bilgisi çeşitli yardımcı donanımları sürmek için kullanılır. Örnek olarak parça yakalama ve delik açma gibi pozisyon işlemleri ile ilgili çalışmalarda kullanılabilir. "m kodu" bilgileri yardımcı röle olarak kullanılan ve "M" şeklinde ifade edilen aygıtlarla karıştırılmamalıdır.

Pozisyon kontrol ünitesinde (FX2N-20GM) m0-m99 (100 nokta) pozisyon kontrol için ayrılmıştır.

M00 (Bekle)	Pozisyon programıyla kullanılır. Başlatma komutunu bekler.
M02 (END)	Pozisyon programında END komutu hâline gelir.
M01, m03-m99	Genelde "m kodu" OFF komutunda bekler.

Tablo 2.1: FX2N-20GM yazmaç haritası

- **"m kodu" sürme metodu**

AFTER modunda sadece "m kodu" komutu çalıştırılır. WITH modunda "m kodu" komutu ve diğer komutlar aynı anda çalışır.

➢ **AFTER modu**

N0 cod01(LIN) X300 Y400 f150;
N1 m10; "m kodu" ayrı satırlarda programlanır.
N2 cod04(TIM) k5; 50ms
N3 m11; Diğer yardımcı donanımlar sonradan direkt olarak sürülür.

➢ **WITH modu**

N0 cod01(LIN) X300 Y400 f150 m10;
Son olarak "m kodu" işlemi pozisyon kontrol bilgisine eklendiğinde WITH modu aşağıda gösterildiği gibi kurulur. Komutun çalışması tamamlandıktan sonra program bir sonraki satıra yönelir ve "m kodu"nun OFF sinyali "ON" olur

Her iki durumda da "m kodu" sürüldüğünde, "m kodu" numarası bilgi hafızasında (D) tutulur. Bilgi hafızasındaki "m kodu" OFF sinyalini alıncaya kadar "m kodu" ON olarak kalacaktır.

2.1. PLC ile Pozisyon Kontrol Ünitesi Arasındaki Arabirim

PLC(FX2N) → Pozisyon kontrol ünitesi (FX-20GM)) (İşlem TO komutu ile gerçekleştirilir.)

(FX20GM BFM Nu. X ekseni ve 2-ekseni aynı anda [BFM#20] Y ekseni [BFM#21])

X ekseni 2- ekseni aynı anda	**Y ekseni**	**Açıklama**
M10 →M9000	M10 →M9016	Single-step modu komutu
M11 →M9001	M11 →M9017	Başlatma komutu
M12 →M9002	M12 →M9018	Durdurma komutu
M13 →M9003	M13 →M9019	"m kodu" OFF komutu
M14 →M9004	M14 →M9020	Makine sıfır dönüş komutu
M15 →M9005	M15 →M9021	FWD JOG komutu
M16 →M9006	M16 →M9022	RVS JOG komutu
M17 →M9007	M17 →M9023	Hata sıfırlama
M18 →M9008	M18 →M9024	Sıfır dönüş eksen kontrolü

Tablo 2.2: FX2N-20GM ile TO komutunun icrası

PLC(FX2N)→Pozisyon kontrol ünitesi (FX-20GM)(İşlem TO komutu ile gerçekleştirilir.)

(FX20GM BFM Nu. 2-eksen aynı anda [BFM#0])

2-eksen aynı anda	Açıklama
→D9000 (BFM #0)	Program numarası belirlenir.

Tablo 2.3: FX2N-20GM ile program numarasının belirlenmesi

PLC(FX2N)←Pozisyon kontrol ünitesi (FX-20GM) (İşlem FROM komutu ile gerçekleştirilir.)

(FX20GM BFM Nu. X ekseni ve 2-ekseni aynı anda [BFM#23] Y ekseni [BFM#25])

X ekseni 2-eksen aynı anda	Y ekseni	Açıklama
M40 ←M9048	M60 ←M9080	READY (ON) / BUSY (OFF)
M41 ←M9049	M61 ←M9081	Konumlandırma tamamlandı
M42 ←M9050	M62 ←M8082	Hata Algılama
M43 ←M9051	M63 ←M9083	“m kodu” ON sinyali
M44 ←M9052	M64 ←M9084	“m kodu” bekleme durumu
M45 ←M9053	M65 ←M9085	m00 (WAIT) bekleme durumu
M46 ←M9054	M66 ←M9086	m02 (END) bekleme durumu
M47 ←M9055	M67 ←M9087	Stop remaining drive standby status
M48 ←M9056	M68 ←M9088	Otomatik işleme START: ON END: OFF
M49 ←M9057	M69 ←M9089	Sıfır dönüşü tamamlandı.

Tablo 2.4: BFM #23 yapısı

PLC (FX2N) ← Pozisyon kontrol ünitesi (FX-20GM) (İşlem FROM komutu ile gerçekleştirilir.)

(FX20GM BFM Nu. 2-eksen aynı anda [BFM#3])

2-eksen aynı anda	Açıklama
D ←D9003(BFM#3)	“m code” numarası okunur.

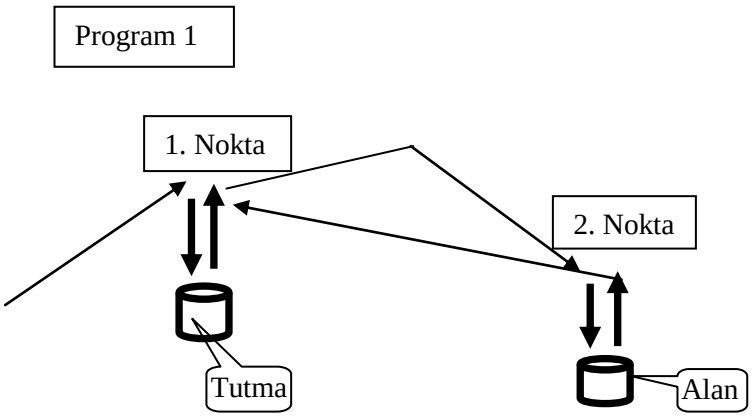
Tablo 2.5: BFM #3 yapısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamayı yapınız.

İşlem start programıyla başlar. Koordinatları (50,50) olan noktadan parça alınır. Koordinatı (150,100) olan nokta üzerinden koordinatı (30,20) noktasına gidilir. Parça burada bırakılır. Sistem başlangıç noktasına kendiliğinden döner.

Aşağıdaki işlemde "m kodu" için bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.1: Güvenli nokta üzerinden taşıma

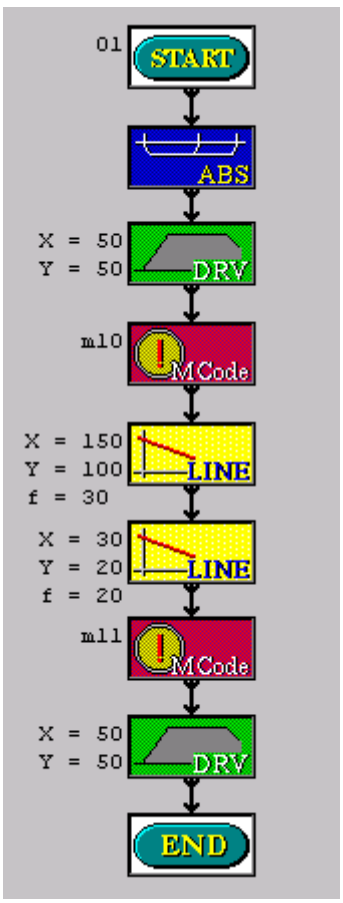
İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Sistemin çalışma durumu için algoritma oluşturulur. ➢ Bu algoritmaya yönelik pozisyon kontrol ünitesinin programı yazılır. Bu program Şekil 2.4'te gösterilmiştir. ➢ Pozisyon kontrol ünitesinde kullanılan aygıtların özelliklerine göre kaç adedinin kullanılacağı belirlenir. ➢ **m kodu (m10)** Çalışma parçası alınır. • Silindir aşağı iner. • Vakum ON yapılır. • Silindir yukarı çıkar. ➢ **m kodu (m11)** Çalışma parçası alınır. • Silindir aşağı iner. • Vakum OFF yapılır. • Silindir yukarı çıkar.	➢ Tüm program hazırlanan algoritma mimarisinin üzerinde yükseldiğinden algoritma dikkatli hazırlanmalıdır. ➢ Biz iki adet m_kodu fonksiyonunu kullanınız.

Program 1

Satır Numarası	Komut	Açıklama
N0	cod90(ABS)	Mutlak adresleme
N1	cod00(DRV) x50 y50	1 numaralı noktaya hızlı hareket
N2	m kodu (m10)	m kodu (m10) çalışmaya başlar.
N3	cod01(LIN) x150 y100 f30	Güvenli noktaya doğru f30 hızında hareket
N4	cod01(LIN) x30 y20 f20	İkinci hedef noktaya doğru f20 hızında hareket
N5	m kodu (m11)	m kodu (m11) çalışmaya başlar.
N6	cod00(DRV) x0 y0	Sıfır noktasına hızlı olarak hareket etmek
N6	m02(END)	End

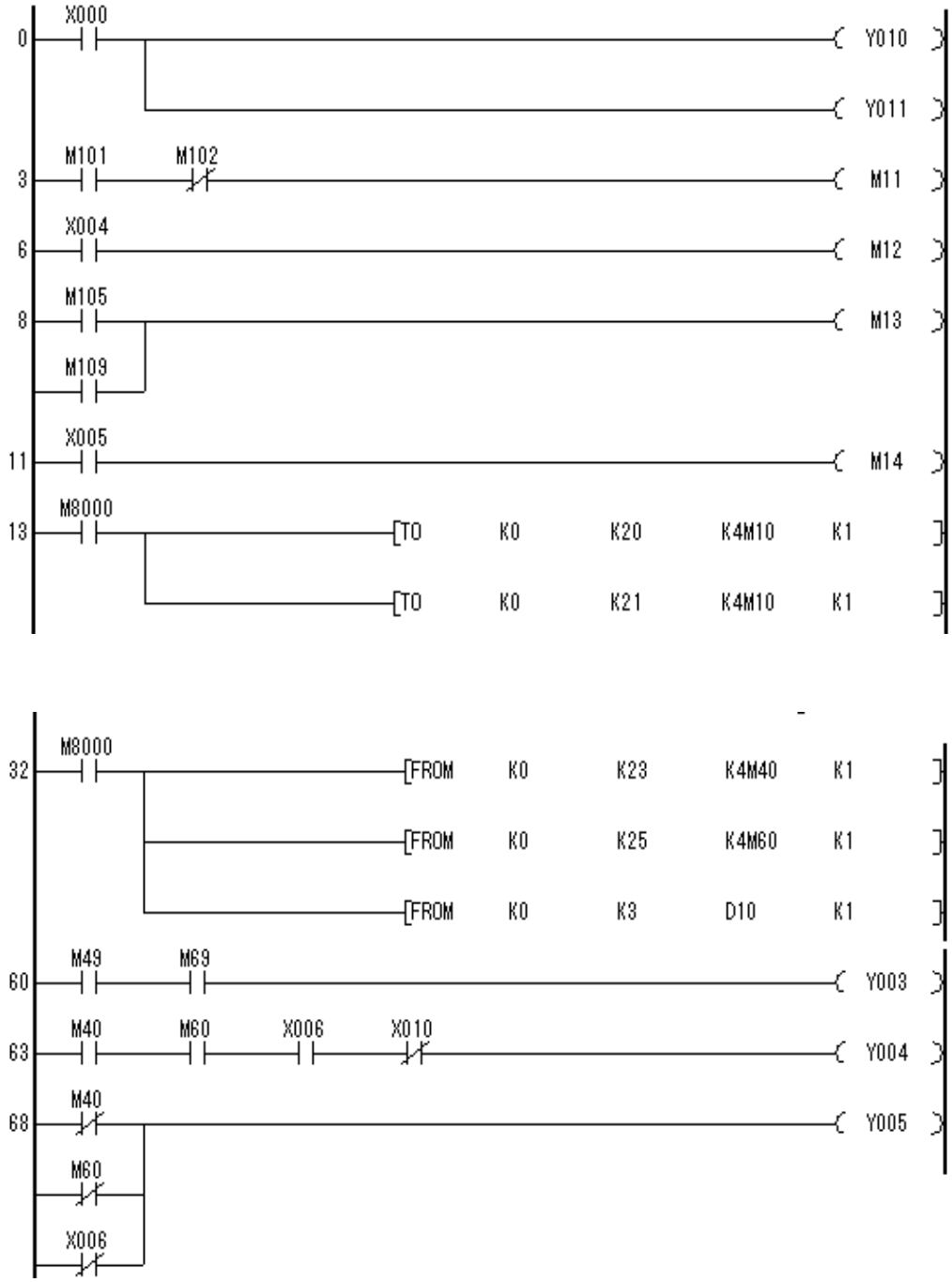
Tablo 2.6: Komut yapısı

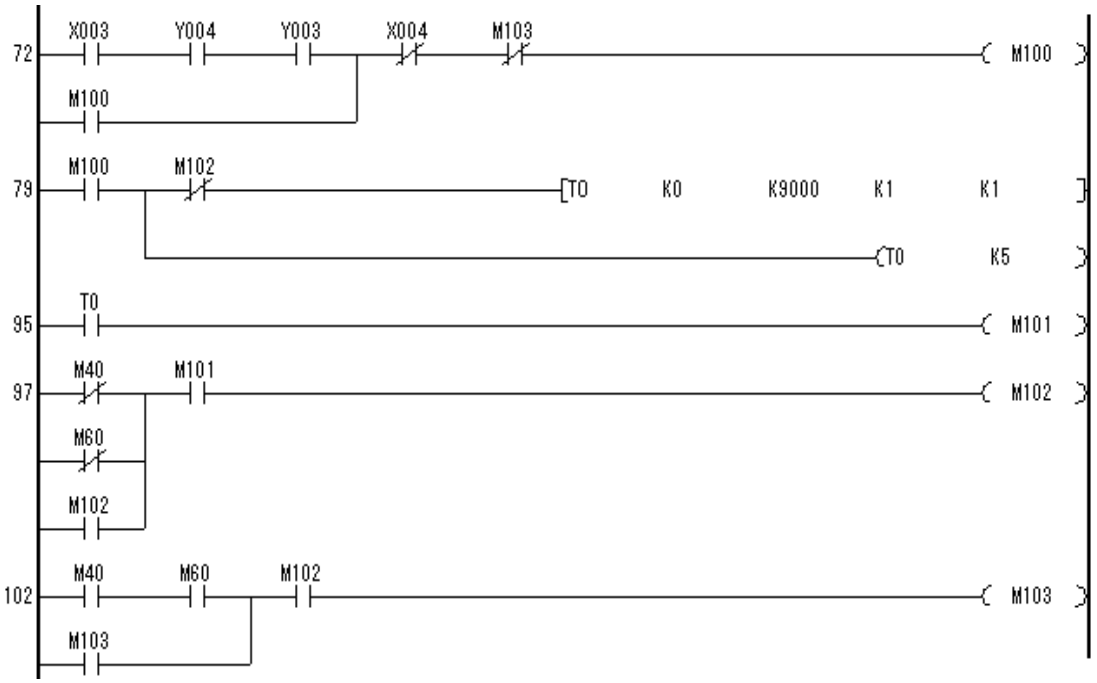
Pozisyon kontrol ünitesindeki program

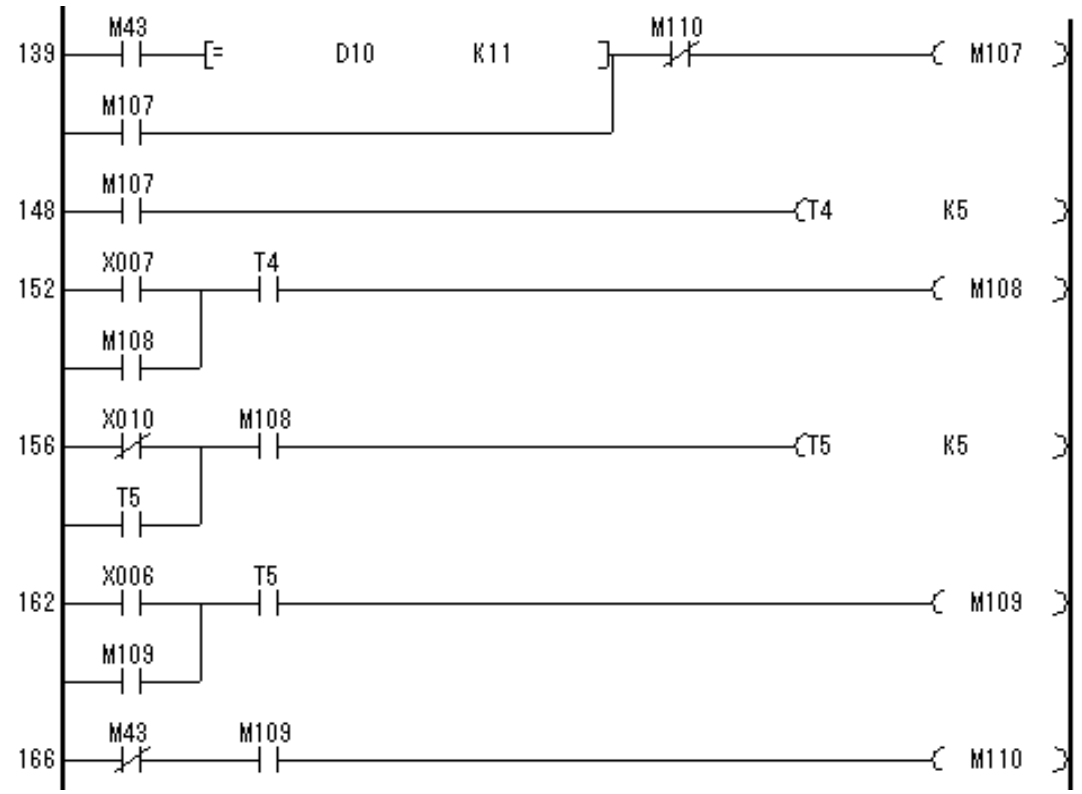


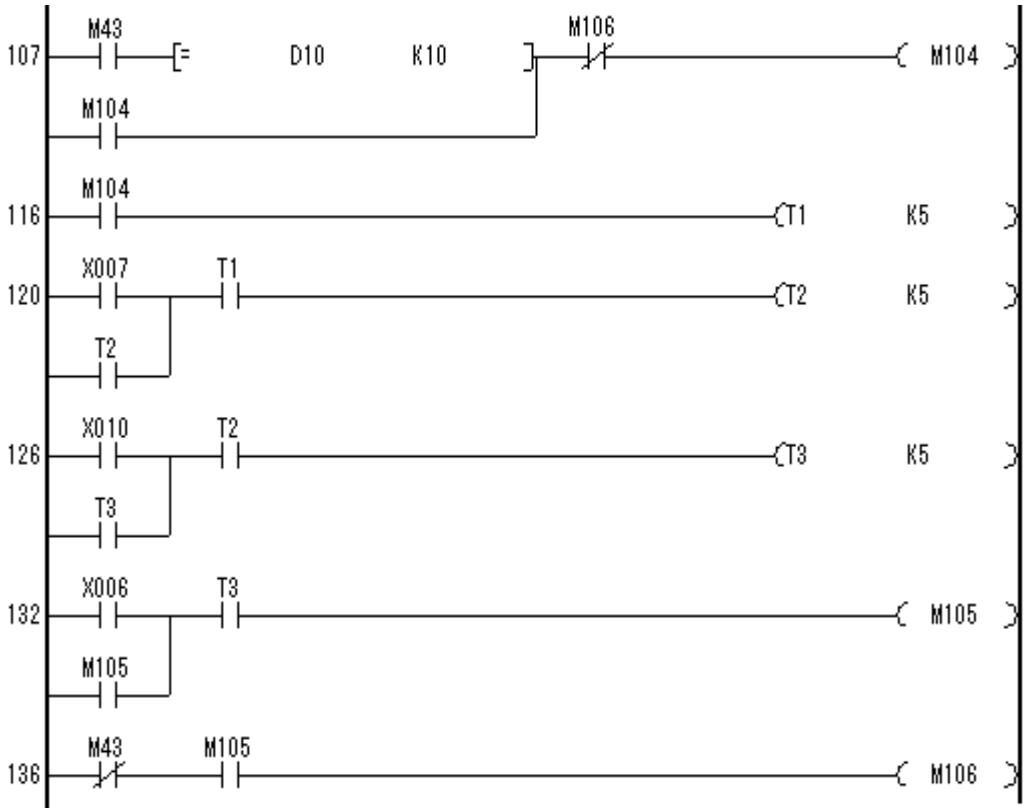
Şekil 2.2: Akış şeması

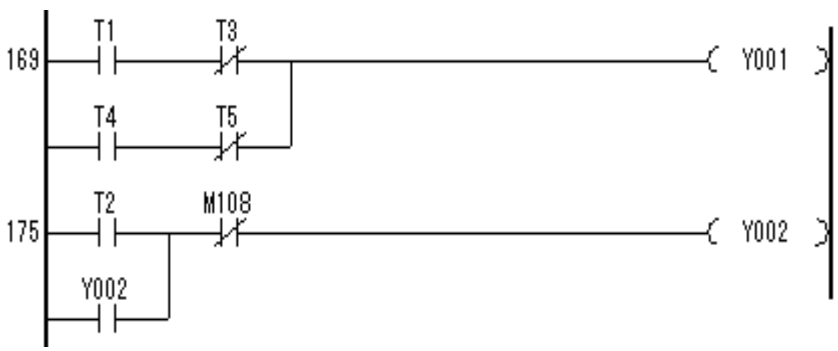
(PLC Programı)




72
X003
Y004
Y003
X004
M103
M100
M100
M100
M102
79
T0
K0
K9000
K1
K1
T0
K5
T0
95
M101
M40
M101
97
M102
M60
M102
M40
M60
M102
102
M103
M103


M43
139
=
D10
K11
M110
M107
M107
M107
148
T4
K5
X007
T4
152
M108
M108
X010
M108
156
T5
K5
T5
X006
T5
162
M109
M109
M43
M109
166
M110



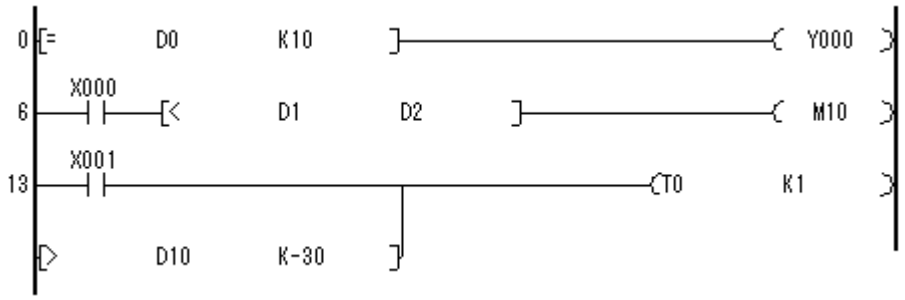


Şekil 2.3: PLC programı

Referans LOAD, AND, OR karşılaştırmaları

LD	Birinci karşılaştırma bağlantısı. S1 S2 şartı gerçekleştiğinde aktif olur.
AND	Seri karşılaştırma bağlantısı. S1 S2 şartı gerçekleştiğinde aktif olur.
OR	Paralel karşılaştırma bağlantısı. S1 S2 şartı gerçekleştiğinde aktif olur.
	Sembolü yerine =,>,<,<>,>=,<= karakterlerinden biri gelebilir.

(Örnek)

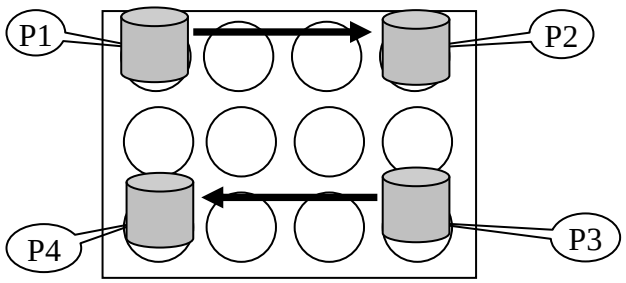


Şekil 2.4: LOAD, AND, OR

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulamayı yapınız.

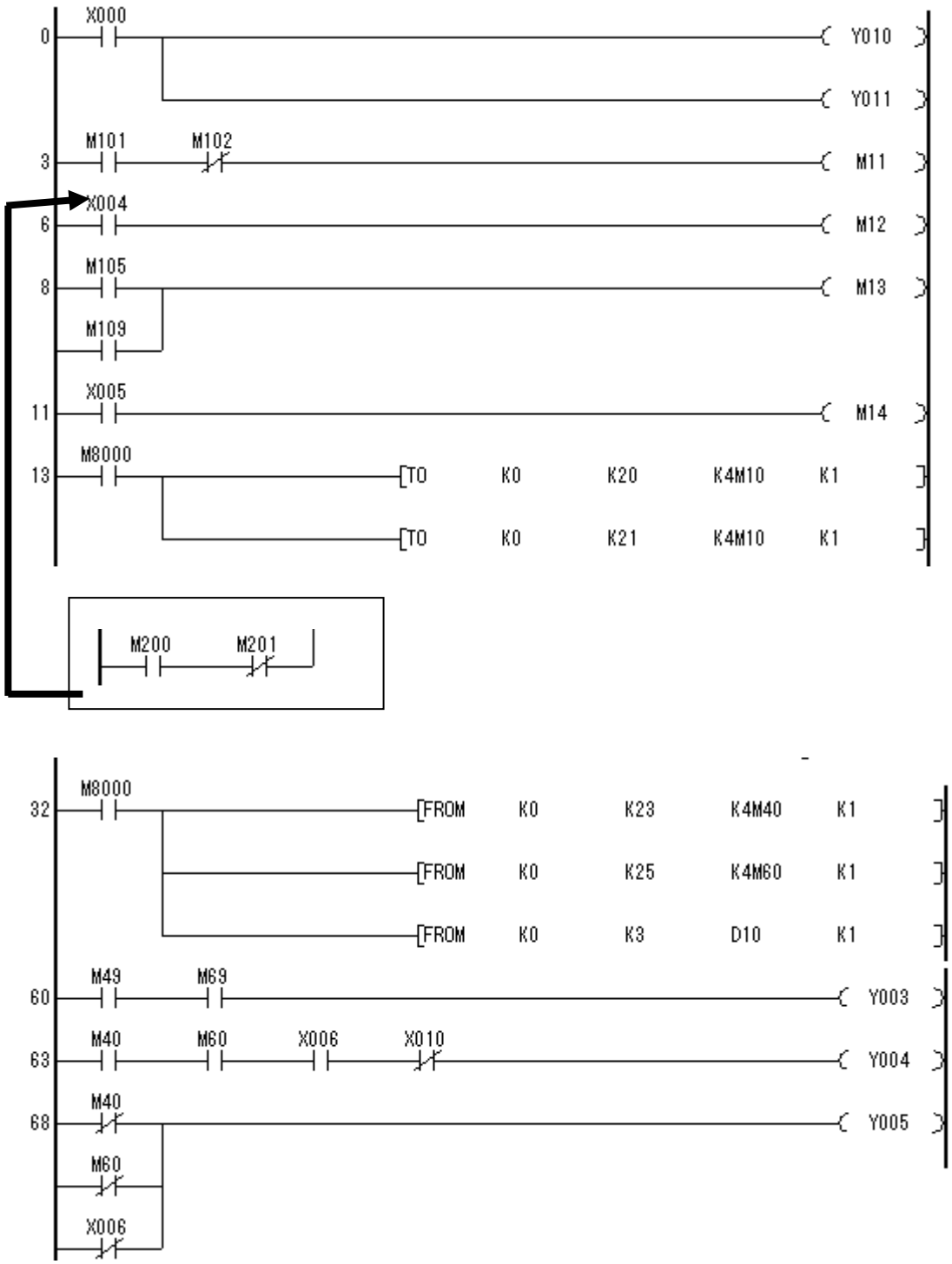
"m kodunu" kullanarak aşağıdaki pozisyon kontrol işlemini gerçekleştiriniz. Programın tasarımı şöyle olacaktır:

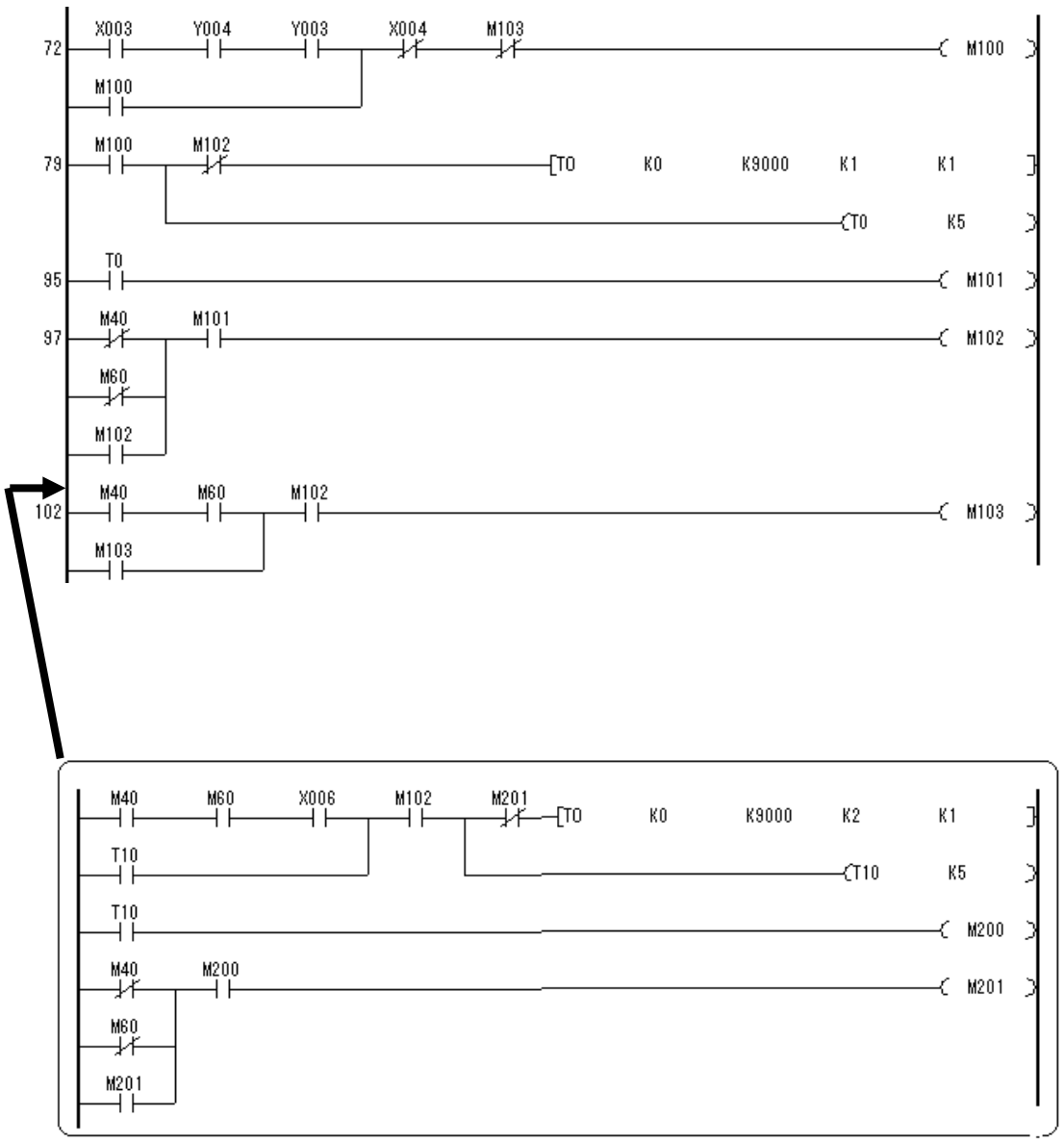


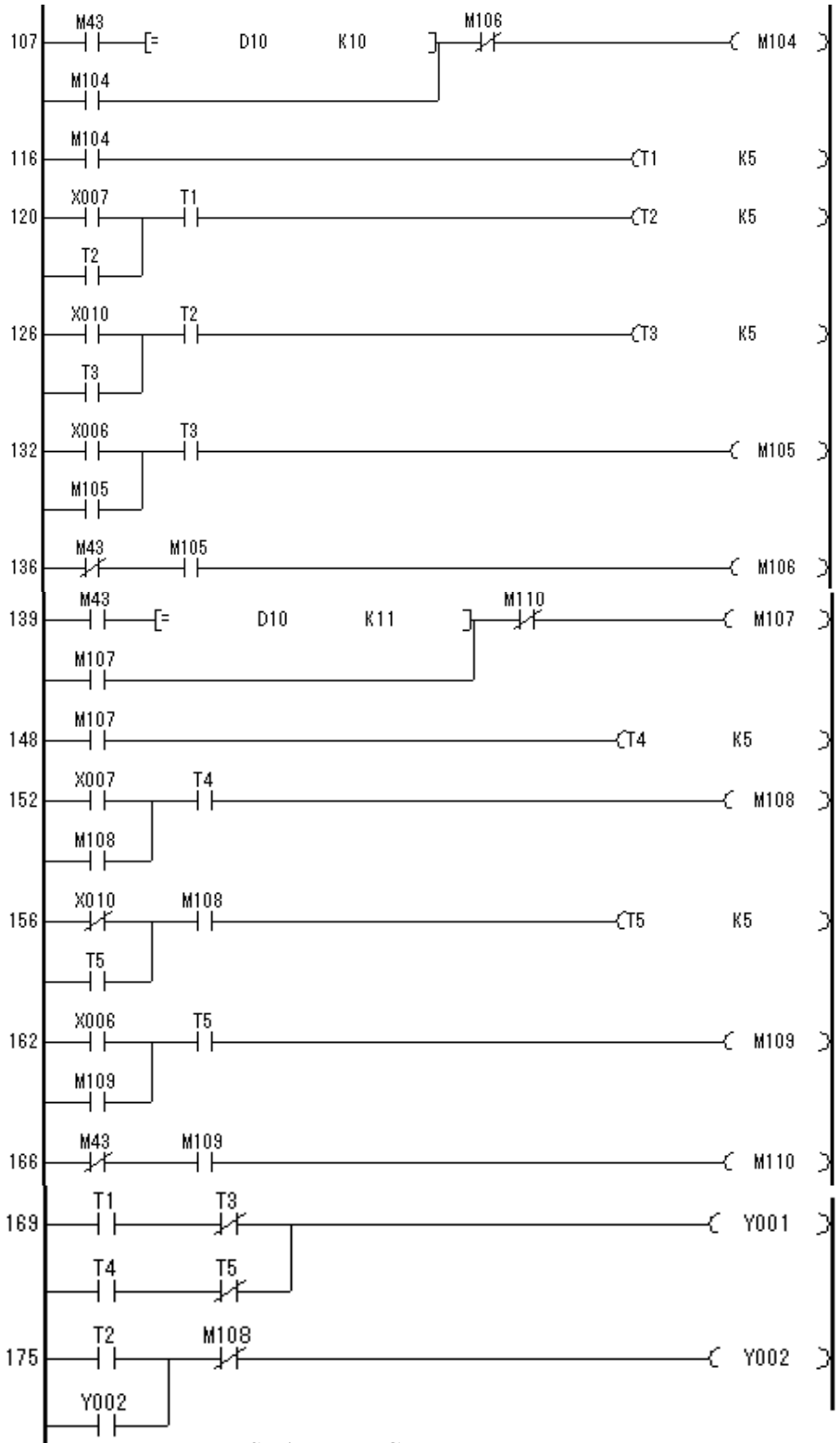
Şekil 2.5: Program akış şekli

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Çalışma parçası P1 noktasından alınır. ➢ Parça yukarıda gösterilen P2 noktasına taşınır. ➢ Parça P2 noktasına bırakılır. ➢ Çalışma parçası P3 noktasından alınır. ➢ Parça yukarıda gösterilen P4 noktasına taşınır. ➢ Parça yukarıda belirtilen P4 noktasına bırakılır. ➢ PLC programı yazılır.	➢ PLC ile pozisyon kontrol ünitesi arasındaki kablo bağlantısını dikkatli bir şekilde kontrol ediniz. ➢ Kompresör açık olmalıdır.

(Örnek PLC Programı)




72
X003
Y004
Y003
X004
M103
M100
M100
M100
79
M100
M102
T0
K0
K9000
K1
K1
T0
K5
95
T0
M101
97
M40
M101
M102
M60
M102
102
M40
M60
M102
M103
M103
M40
M60
X006
M102
M201
T0
K0
K9000
K2
K1
T10
T10
K5
T10
M200
M40
M200
M201
M60
M201



Şekil 2.6: PLC programı

EKLER

- **Servo amplifikatör (MR-J2-10A1) Manuelindeki İngilizce Açıklamalar**

Item \ Servo Amplifier MR-J2-□		10A	20A	40A	60A	70A	100A	200A	350A	10A1	20A1	40A1
Power supply	Voltage/frequency	Three-phase 200 to 230VAC, 50/60Hz or single-phase 230VAC, 50/60Hz (Note1)					Three-phase 200 to 230VAC, 50/60Hz			Single-phase 100 to 120VAC, 50/60Hz		
	Permissible voltage fluctuation	Three-phase 200 to 230VAC: 170 to 253VAC Single-phase 230VAC: 207 to 253VAC					Three-phase 170 to 253VAC			Single-phase 85 to 127VAC		
	Permissible frequency fluctuation	±5%										
System		Sine-wave PWM control, current control system										
Dynamic brake		Built-in										
Protective functions		Overcurrent shut-off, regenerative overvoltage shut-off, overload shut-off (electronic thermal relay), servo motor overheat protection, encoder fault protection, regenerative fault protection, undervoltage, instantaneous power failure protection, overspeed protection, excessive error protection										
Speed frequency response		250Hz or more										
Torque limit input		0 to ±10VDC/max. current (except torque control mode)										
Position control specifications	Max. input pulse frequency	400kpps (for differential receiver), 200kpps (for open collector)										
	Command pulse multiplying factor	Electronic gear A/B, A, B: 1 to 32767, 1/50 < A/B < 50										
	In-position range setting	0--±10000 pulse										
	Error excessive	±80 kpulse										
Speed control specifications	Speed control range	Analog speed command 1: 1000, internal speed command 1:5000										
	Analog speed command input	DC0--±10V										
	Speed fluctuation ratio	-0.03% or less (load fluctuation 0 to 100%) ±0.02% or less (power fluctuation ±10%) ±3% or less										
Torque control specifications	Analog torque command input	DC0 to ±8V										
Structure [A]		Open (IP00)										
Environmental conditions		Refer to (1) in Section 4-1.										
Weight	[kg]	0.7	0.7	1.1	1.1	1.7	1.7	2.0	2.0	0.7	0.7	1.1
	[lb]	1.5	1.5	2.4	2.4	3.75	3.75	4.4	4.4	1.5	1.5	2.4

Note: The single-phase 230VAC power supply applies to a combination with the HC-MF/HA-FF series servo motor.

- **Servo motor (HA-FF13) manuelindeki İngilizce açıklamalar**

Item \ Servo Motor			HC-MF Series (Ultra low inertia, small capacity)					HA-FF Series (Low inertia, middle capacity)					
			053	13	23	43	73	053	13	23	33	43	63
Applicable servo amplifier MR-J2-□			10A(1)		20A(1)	40A(1)	70A	10A(1)		20A(1)	40A(1)		60A
(Note 1) Continuous running duty	Rated output	[kW]	0.05	0.1	0.2	0.4	0.75	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6
	Rated torque	[N·m]	0.16	0.32	0.64	1.3	2.4	0.16	0.32	0.64	0.95	1.3	1.9
		[oz·in]	22.7	45.3	90.7	184	340	22.7	45.3	90.7	135	184	269
Rated speed (Note 1)		[r/min]	3000					3000					
Maximum speed		[r/min]	4500					4000					
Permissible instantaneous speed		[r/min]	5175					4600					
Maximum torque		[N·m]	0.48	0.95	1.9	3.8	7.2	0.48	0.95	1.9	2.9	3.8	5.7
		[oz·in]	68.0	135	269	538	1020	68.0	135	269	411	538	808
Power rate at continuous rated torque		[kW/s]	13.47	34.13	41.8	116.55	94.43	4.0	10.2	11.7	18.1	17.2	30.1
(Note 7) Inertia moment		J[kg·cm^2]	0.019	0.03	0.088	0.143	0.6	0.063	0.095	0.35	0.50	0.98	1.2
		WK[oz·in]	0.104	0.16	0.48	0.78	3.28	0.344	0.52	1.91	2.73	5.36	6.56
Recommended ratio of load inertia moment to servo motor shaft inertia moment (Note 6)			30 times or less					10 times or less					
(Note 4) Regenerative brake duty [times/min]	Servo amplifier' built-in regenerativebrake resistor		(Note 5)	(Note 5)	(Note 5)	1010	400	(Note 5)	(Note 5)	(Note 5)	320	150	120
	MR-RB032(30W)					3000	600				950	450	360
	MR-RB12(30W)					(Note 5)	2400				3200	1500	1200
(Note 3) Power supply capacity		[kVA]	0.3	0.3	0.5	0.9	1.3	0.3	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1
Rated current		[A]	0.85		1.5	2.8	5.1	0.6	1.1	1.3	1.9	2.5	3.6
Maximum current		[A]	2.6		5.0	9.0	18	1.8	3.3	3.9	5.7	7.5	10.8
Speed/position detector			Encoder (resolution 8192 pulses/rev)										
Accessories			Encoder					Encoder, V ring					
Structure			Totally-enclosed, self-cooled (protection type: IP44 with the exception of through-shaft portion(Note8))					Totally-enclosed, self-cooled (protection type: IP44)					
(Note 2) Environmental conditions			Refer to (1), Section 4-2.										
(Note 7) Weight		[kg]	0.4	0.53	0.99	1.45	3.0	1.3	1.5	2.3	2.6	4.2	4.8
		[lb]	0.88	1.17	2.18	3.2	6.6	2.87	3.31	5.07	5.73	9.26	10.6

➢ **Pozisyon kontrol ünitesi (FX2N-20GM) manuelindeki İngilizce açıklamalar**

Table 1: Power Supply Specifications

Item	FX2N-10GM	FX2N-20GM
Power supply	24V DC -15%, +10%	
Allowance power failure time	The operation is continued if the momentary power failure is 5ms or less.	
Power consumption	5W	10W
Fuse	125V AC 1A	

Table 2: General Specifications

Item	Contents
Ambient temperature	0 to 55 °C (operation). -20 to 70 °C (storage).
Surrounding humidity	35 to 85%,No condensation (operation). 35 to 90% (storage).
Vibration resistance	Conforms to JIS C0040. 10 to 57Hz: Half 0.035mm amplitude, 57 to 150Hz: 4.9 m/s² Acceleration Sweep count for X,Y,Z: 10 times (80 min in each direction).
Shock resistance	Conforms to JIS C0041. 147m/s^2 acceleration, Action time: 11ms. 3 times in each direction X, Y, Z.
Noise immunity	1,000Vp-p,1μs. 30 to 100Hz, tested by noise simulator.
Dielectric withstand voltage	500V AC > 1 min, tested between all points, terminal and ground.
Insulation resistance	5MΩ > 500V DC, tested between all points, terminal and ground
Ground	Grounding resistance 100Ω or less
Use atmosphere	Ambient conditions to be free of corrosive gases. Dust should be minimal.

Table 3: Performance Specifications

Item	FX2N-10GM	FX2N-20GM
Number of control axes	One axes	Two axes (two axes or two independent axes simultaneously)
Application PLC	Bus connection with FX2N and the FX2NC series PLC. The number of I/O points occupied is 8 points. An FX2NC-CNV-IF is necessary for the connection with the FX2NC series PLC.	
Program memory	Built-in EEPROM (3.8 k steps). Allocated rewrite able frequency: 10000 times (The memory of the option cannot be used.)	Built in RAM (7.8 k steps). Optional memory board: FX2NC-EEPROM-16 (7.8 k steps). The memory board with the clock function cannot be used.
Battery	Nobattery included.	With built-in FX2NC-32BL type lithium battery. Longevity and about three years (The guaranteed term is one year).
Positioning unit	Command units: mm, deg, inch, pls, (relativity/absolutely) Max command value ± 999,999 (32 bits when indirectly specifying)	

Table 3: Performance Specifications

Item		FX2N-10GM	FX2N-20GM
Accumulation address		-2,147,483,648 to 2,147,483,647 pulses	
Speed instruction		200kHz max., 153,000cm/min (200kHz or less). Automatic trapezoidal pattern acceleration/deceleration (The interpolation drive is 100kHz or less).	
Zero return		Manual operation or automatic operation. The DOG type machine zero return (The DOG search function is provided). An automatic electric zero return is possible by the electric starting point setting.	
Absolute position detection		The absolute position detection is possible with MR-J2, MR-J2S and the MR-H type servo motor with the ABS detection function.	
Control inputs		Operation system: FWD (manual forwarding), RVS (manual reversal) ZRN (machine zero return), START (automatic start), STOP, Manual pulse generator (2kHz max), Single-step operation input (Depends upon the parameter setting). Mechanical system: DOG (near-point signal), LSF (forward rotation limit), LSR (reverse rotation limit), Interrupt: 4 points Servo system: SVRDY (servo ready), SVEND (servo end), PG0 (zero-point signal)	
		General purpose: The main body has X0 to X3.	General purpose: The main body has X0 to X7. X10 to X67 can be input by using the extension block. (max I/O point: 48 points)
Control outputs		Servo system: FP (forward rotation pulse). RP (reverse rotation pulse), CLR (counter clear).	
		General purpose: The main body has Y0 to Y5.	General purpose: The main body has Y0 to Y7. Y10 to Y67 can be output by using the extension block. (max I/O point: 48 points)
Control method		Program method: The program is written in the FX2N-10GM by a special programming tool, and the positioning control is done. Table method : When the PLC is used together, the positioning control is done by the FROM/TO instruction.	Program method: The program is written in the FX2N-20GM by a special programming tool, and the positioning control is done.
Program No.		Ox00 to Ox99 (Positioning program), O100 (sub-task program)	O00 to O99 (two axes simultaneously), Ox00 to Ox99 and Oy00 to Oy99 (two independent axes), O100 (sub-task program)
Instruc-tion	Positioning	Cod No. system (used with instruction cods). 13 kinds.	Cod No. system (used with instruction cods)-19 types.
	Sequence	LD, LDI, AND, ANI, OR, ORI, ANB, ORB, SET, RST and NOP.	
	Application	FNC number system-29 types.	FNC number system-30 types.
Parameter		System setting-9 types. Positioning-27 types. I/O Control-18 types.	System setting-12 types. Positioning-27 types. I/O Control-19 types.
		Settings in the program can be changed by using a special data register (The system settings are excluded)	
m cods		m00: Program stop (WAIT), m02: (End of positioning program), m01 and m03 to m99 can be arbitrarily used. (AFTER mode and WITH mode) m100 (WAIT) and m102 (END) are used by a sub-task.	

Table 3: Performance Specifications

Item	FX2N-10GM	FX2N-20GM
Device	Inputs: X0 to X3, X375 to X377 Outputs: Y0 to Y5, Supplementary relay: M0 to M511 (general purpose), M9000 to M9175 (special) Pointer: P0 to P127 Data register: D0 to D1999 (general purpose) (16 bits) D4000 to D6999 (file register and latched relays)* D9000 to D9599 (special) Index: V0 to V7 (16 bits), Z0 to Z7 (32 bits)	Inputs: X0 to X67, X372 to X377 Outputs:Y0 to Y67, Supplementary relay: M0 to M99 (general purpose), M100 to M511 (general purpose and battery backup area)*, M9000 to M9175 (special)*, Pointer:P0 to P255, Data register: D0 to D99 (general purpose), D100 to D3999 (general purpose and battery backup area)* (16 bits), D4000 to D6999 (file register and battery backup area)* D9000 to D9599 (special) Index: V0 to V7 (16 bits), Z0 to Z7 (32 bits)
Self-diagnosis	"Parameter error", "Program error", and "External error" can be diagnosed by the display and the error code.	

* Battery backup area (In FX2N-10GM, data is held by EEPROM against power interruption.)
The number of used file registers should be set in PARA. 101.

➢ **Tampon hafızaların listesi (pozisyon kontrol ünitesinde FX2N-20GM)**

Table 7.1: BFM list

BFM No.	Assigned devices	Attribute		Remarks
#0 to #19	D9000 to D9019	Varies depending on attribute of special data registers. (Refer to Section 6.)		Special data registers are assigned. These buffer memories overlap BFM #9000 to #9019.
#20	M9015 to M9000	R/W	[S]	Special auxiliary relays are assigned.
#21	M9031 to M9016			
#22	M9047 to M9032			
#23	M9063 to M9048	R		
#24	M9079 to M9064			
#25	M9095 to M9080			
#26	M9111 to M9096			
#27	M9127 to M9112			
#28	M9143 to M9128			
#29	M9159 to M9144	R/W		
#30	M9175 to M9160			
#31	Unusable	—	—	—
#32	X07 to X00	R	[S]	Input relays are assigned. However, X10 to X357 are not assigned. In FX2N-10GM, X0 to X3 and X375 to X377 are assigned.
#33 to #46	Unusable	—	—	
#47	X377 to X360	R	[S]	
#48	Y07 to Y00	R/W	[S]	Output relays are assigned. However, Y10 to Y67 are not assigned. In FX2N-10GM, Y0 to Y5 are assigned.
#49 to #63	Unusable	—	—	
#64 to #95	M15 to M0 to M511 to M496	R/W	[S]	General-purpose auxiliary relays are assigned.
#96 to #99	Unusable	—	—	—
#101, #100 to #3999, #3998	D101, D100 to D3999, D3998	R/W	[D]	General-purpose data registers are assigned. However, D0 to D99 are not assigned.
#4001, #4000 to #6999, #6998	D4001, D4000 to D6999, D6998	R	[D]	File registers are assigned.

Table 7.1: BFM list

BFM No.	Assigned devices	Attribute		Remarks
#7000 to #8999	Not defined	—	—	—
#9000 to #9019	D9000 to D9019	Varies depending on attribute of special data registers. (Refer to Section 6.)		Special data registers are assigned. These buffer memories overlap BFM #0 to #19.
#9020 to #99119	D9020 to D9199	Varies depending on attribute of special data registers. (Refer to Section 6.)		Special data registers are assigned.
#9200 to #9339	D9200 to D9339	*1 R/W	[D]	X axis parameters are assigned.
#9400 to #9599	D9400 to D9599	*1 R/W	[D]	Y axis parameters are assigned. (FX2N-10GM: Unusable)

Attribute

R: This buffer memory can be used only for read. You should not write it.

R/W: This buffer memory can be used both for write and read. When reading or writing data, use a 16-bit instruction for a buffer memory classified as "S", or a 32-bit instruction for a buffer memory classified as "D".

- As to word devices, the buffer memory No. is equivalent to the special data register No.

*1: D9300 to D9305 and D9500 to D9505 are assigned as parameters to detect the absolute position. Because absolute position detection is executed when the power of the positioning unit turns on, buffer memories cannot be used to actuate absolute position detection. (However, such buffer memories can be read.)
To set parameters to detect the absolute position, use a peripheral unit dedicated to positioning. Have in mind that a peripheral unit dedicated to positioning is also required when the table method described later is used in the FX2N-10GM.

- The execution time of a transfer instruction (FROM/TO) to the buffer memory #32 or later is approximately twice the regular execution time.

- File registers (#4000 to #6999) are valid only for [D] FROM instructions.
[D] TO instructions are not executed.

➢ **Özel yardımcı rölelerin listesi (pozisyon kontrol ünitesinde FX2N-20GM) (yazma için) İngilizce açıklamaları**

Table 6.1: Special auxiliary relays list

X axis	Y axis	Subtask	Attribute	Description	
M9000	M9016	M9112	R/W	Single-step mode command.	When these special Ms are driven by a main task program (simultaneous 2-axis program or X/Y axis program) or subtask program, they function as substitute commands for input terminal commands of the positioning unit.
M9001	M9017	M9113		Start command.	
M9002	M9018	M9114		Stop command.	
M9003	M9019	—		m code OFF command.	
M9004	M9020	—		Machine zero return command.	
M9005	M9021	—		FWD JOG command.	
M9006	M9022	—		RVS JOG command.	
M9007	M9023	M9115		Error reset.	
M9008	M9024	—		Zero return axis control.	
M9009	M9025	—		Unusable*5	
M9010	M9026	—		Unusable*5	
M9011 M9012 M9013	M9027 to M9030	M9116 to M9125	—	Unusable*5 However, M9118 functions as shown on the next page.	—
M9014			W	16-bit FROM/TO mode (general purpose/file register).	—
M9015		—		Continuous path mode.	FX2N-10GM is unusable.*5
—	M9031	M9126		Unusable*5	—
—	—	M9127	R/W	Battery LED. Lighting control.	FX2N-10GM is unusable.*5
M9036 to M9047			—	Unusable*5	—
M9160 *1	—	—	W	m code control during operation at multi-step speed.	FX2N-20GM is unusable.*5
M9161		—	R/W	Teaching mode effective.	—
M9162			—	Unusable*5	—
M9163	M9164	—	R/W	When it executes INC instruction disregard of correction data of cod73to75 instruction.	—
M9165	—	—	R/W	Table method effective.	FX2N-20GM is unusable.*5
M9166			—	Unusable*5	—
M9167			R/W	MANU/AUTO switch by general-purpose input.	FX2N-10GM occupies x3 and FX2N-20GM occupies x7.
M9168			R/W	MANU mode instruction from main unit.	—
M9169			—	Unusable*5	—
M9170			R/W	Interrupting input number selection when interrupt stop (cod31) is used (FX2N-10GM V2.20 or later)	FX2N-20GM is unusable.*5
M9171			R/W	Storage instruction of parameters for absolute position detection (FX2N-10GM V2.20 or later)	FX2N-20GM is unusable.*5
M9172 to M9175			—	Unusable*5	—

Table 6.2: Special auxiliary relays list

X axis	Y axis	Subtask	Attribute	Description	
M9048	M9080	M9128	R	READY(ON)/BUSY(OFF)	These special Ms are turned ON/OFF in accordance with the status of the positioning unit.
M9049	M9081	—		Positioning completed.	
M9050	M9082	M9129		Error detection.	
M9051	M9083	—		m code ON signal. *2	
M9052	M9084	—		m code standby status. *2	
M9053	M9085	M9130		m00 (m100) standby status.	
M9054	M9086	M9131		m02 (m102) standby status.	
M9055	M9087	—		Stop remaining drive standby status.	
M9056	M9088	M9132		Automatic operation in progress *2 (subtask operation in progress). START→ON END→OFF	
M9057	M9089	—		Zero return completed. *3 It is clear in interception of the power supply or machine zero return command.	
M9058	M9090	—		Unusable	
M9059	M9091	—		Unusable	
M9060	M9092	M9118		Operation error. *2	
M9061	M9093	M9133		Zero flag. *2	
M9062	M9094	M9134		Borrow flag. *2	
M9063	M9095	M9135		Carry flag. *2	
M9064	M9096	—		DOG input.	These special Ms are turned ON/OFF in accordance with the ON/OFF status of the positioning unit.
M9065	M9097	—		START input.	
M9066	M9098	—		STOP input.	
M9067	M9099	—		ZRN input.	
M9068	M9100	—		FWD input.	
M9069	M9101	—		RVS input.	
M9070	M9102	—		Unusable	
M9071	M9103	—		Unusable	
M9072	M9104	—		SVRDY input.	
M9073	M9105	—		SVEND input.	
M9074 to M9079	M9106 to M9111	M9136 to M9138	—	Unusable	—
—	—	M9139	R	Independent 2-axis/ simultaneous 2-axis. *4	These special Ms are turned ON/OFF in accordance with the program being executed, the terminal input status, etc. in the positioning unit.
—	—	M9140		Terminal input : MANU	
—	—	—		Unusable	
—	—	M9142		Unusable	
—	—	M9143		Low battery voltage. *4	
M9144	M9145	—	R/W	Present value establish flag *3 (This is set when zero return or absolute position detection is performed once and reset when the power is turned OFF).	
M9172 to M9175			—	Unusable	—

Attribute

R : This special auxiliary relay can be used only for read. You should not write it.

W : This special auxiliary relay can be used only for write.

R/W : This special auxiliary relay can be used both for write and read. It turns on when a command input is given from an external input terminal.
You can turn off M9144 and M9145 by the RST instruction.

*1 Unusable in the FX2N-20GM. (Refer to Section 5.4.3)

- In the simultaneous 2-axis mode (available only in the FX2N-20GM), even if the single-step mode command, the start command, the stop command or the m code OFF command is given only to the X or Y axis, it is valid for the both axes.
- The ON/OFF status of the special auxiliary relays for command inputs are continuously monitored by the CPU inside the positioning unit.
- When the power is turned ON, each special auxiliary relay is initialized to OFF.

*2 Both the X and Y axes operate simultaneously in simultaneous 2-axis operation.

*3 The zero point return completion flags (M9057 and M9089) do not turn on even if absolute position detection is finished.
When you would like to use a flag to indicate that absolute position detection is finished, use the current value establishment flags (M9144 and M9145). (The current value establishment flags are not reset by return to the zero point.)

*4 Not defined in the FX2N-10GM.

*5 Make sure to set those special auxiliary relays for writing to OFF if "Unusable" is indicated in the list.

- **Özel hafıza hücrelerinin listesi (pozisyon kontrol ünitesinde FX2N-20GM) İngilizce açıklamaları**

Table 6.3: Special data registers list

X axis		Y axis		Subtask		Attribute		Description
Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Direction of forwarding	Instruction form	
—	D9000	—	D9010	—	—	R/W	[S]	Program No. specification (PARA.30:"3"). *1
—	D9001	—	D9011	—	—	R		Program No. being executed. *2
—	D9002	—	D9012	—	D9100			Line No. being executed. *2
—	D9003	—	D9013	—	—			m code (binary). *2
D9005	D9004	D9015	D9014	—	—	R/W	[D]	Present position (Refer to the bottom on the next page).
D9007	D9006	D9017	D9016	—	—	—	—	Unusable
D9009	D9008	D9019	D9018	—	—	—	—	Unusable
—	—	—	—	—	D9020	R	[S]	Memory capacity.
—	—	—	—	—	D9021			Memory type.
—	—	—	—	—	D9022			Battery voltage. *3
—	—	—	—	—	D9023			Low battery voltage detection level (Initial value:3.0V). *3
—	—	—	—	—	D9024			Number of momentary power interruptions detected. *3
—	—	—	—	—	D9025			Momentary power interruption detection time. (Initial value:10 msec) *3
—	—	—	—	—	D9026			Model No.: 5210 (FX2N-20GM) or 5310 (FX2N-10GM)
—	—	—	—	—	D9027			Version
—	—	—	—	—	D9028	—	—	Unusable
—	—	—	—	—	D9029	—	—	Unusable
D9030 to D9039		D9040 to D9049		D9050 to D9059		—	—	Unusable

Table 6.3: Special data registers list

X axis		Y axis		Subtask		Attribute		Description
Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Direction of forwarding	Instruction form	
—	D9060	—	D9080	—	D9101	R	[S]	Step No. being executed. *2
—	D9061	—	D9081	(D9103)	D9102			Error code. *2
—	D9062	—	D9082	—	—			Instruction group A: cod present status. *2
—	D9063	—	D9083	—	—			Instruction group D : cod present status. *2
D9065	D9064	D9085	D9084	D9105	D9104		[D]	Dwell time set value.*2
D9067	D9066	D9087	D9086	D9107	D9106		[D]	Dwell time present value. *2
(D9069)	D9068	(D9089)	D9088	(D9109)	D9108		[S]	Number of repeats set value. *2
(D9071)	D9090	(D9091)	D9090	(D9111)	D9110			Number of repeats present value. *2
D9073	D9072	D9093	D9092			—	—	Unusable
D9075	D9074	D9095	D9094			R	[D]	Present position (converted into pulses).
(D9077)	D9076	(D9097)	D9096	(D9113)	D9112	R	[S]	Step No. in which operation error has occurred. *2
D9079	D9078	D9099	D9098	D9114 to D9119		—	—	Unusable
D9121	D9120	D9123	D9122	—	—	R/W	[D]	X/Y axis compensation data.
D9125	D9124	—	—	—	—			Arc center point (i) compensation data. *3
—	—	D9127	D9126	—	—			Arc center point (j) compensation data. *3
Upper bits D9129 to Lower bits D9128				—	—			Arc radius (r) compensation data. *3
—	—	—	—	D9130 to D9139		—	—	Unusable

Table 6.3: Special data registers list

X axis		Y axis		Subtask		Attribute		Description
Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Direction of forwarding	Instruction form	
—	—	—	—	—	D9140	R/W	[S]	Index register. V0
—	—	—	—	—	D9141			Index register. V1
—	—	—	—	—	D9142			Index register. V2
—	—	—	—	—	D9143			Index register. V3
—	—	—	—	—	D9144			Index register. V4
—	—	—	—	—	D9145			Index register. V5
—	—	—	—	—	D9146			Index register. V6
—	—	—	—	—	D9147			Index register. V7
—	—	—	—	D9149	D9148		[D]	Index register. Z0
—	—	—	—	D9151	D9150			Index register. Z1
—	—	—	—	D9153	D9152			Index register. Z2
—	—	—	—	D9155	D9154			Index register. Z3
—	—	—	—	D9157	D9156			Index register. Z4
—	—	—	—	D9159	D9158			Index register. Z5
—	—	—	—	D9161	D9160			Index register. Z6
—	—	—	—	D9163	D9162			Index register. Z7
D9164 to D9199						—	—	Unusable

Attribute

R: This data register can be used only for read. You should not write it.
R/W: This data register can be used both for write and read. When reading or writing data, use a 16-bit instruction for a data register classified as "S", or a 32-bit instruction for a data register classified as "D".

*1 In simultaneous 2-axis mode (available only in the FX2N-20GM), the special D for the X axis is valid and the special D for the Y axis is ignored.

*2 In simultaneous 2-axis mode (available only in the FX2N-20GM), the same data is saved in the special D for the X axis and the special D for the Y axis.

*3 Unusable in the FX2N-10GM.

Special data registers for current position data

Special data registers "D9005 and D9004" and "D9015 and D9014" shown in the previous page store the current position data based on the practical unit set in PARA. 3.
You can write numeric data to these data registers while the positioning unit is ready (in the AUTO or MANU mode) and is not waiting for remaining distance drive. When writing data, use 32-bit instructions.
On the other hand, special data registers "D9075 and D9074" and "D9095 and D9094" indicating the current position converted into pulses can be used only for read, and their data automatically changes in accordance with changes in the data stored in data registers "D9005 and D9004" and "D9015 and D9014".

Special data registers for parameters. (Positioning parameters)
(Y axis not available in FX2N-10GM)

Table 6.4: Special data registers list

X axis		Y axis		Attribute		Description
Upper	Lower	Upper	Lower	Direction of forwarding	Instruc-tion form	
D9201	D9200	D9401	D9400	R/W	[D]	PARA.0: System of units.
D9203	D9202	D9403	D9402			PARA.1: Number of command pulses per rotation of motor. *1
D9205	D9204	D9405	D9404			PARA.2: Travel per rotation of motor. *1
D9207	D9206	D9407	D9406			PARA.3: Minimum command unit.
D9209	D9208	D9409	D9408			PARA.4: Maximum speed.
D9211	D9210	D9411	D9410			PARA.5: JOG speed.
D9213	D9212	D9413	D9412			PARA.6: Bias speed.
D9215	D9214	D9415	D9414			PARA.7: Backlash compensation.
D9217	D9216	D9417	D9416			PARA.8: Acceleration time.
D9219	D9218	D9419	D9418			PARA.9: Deceleration time.
D9221	D9220	D9421	D9420			PARA.10:Interpolation time constant. *2
D9223	D9222	D9423	D9422			PARA.11:Pulse output format.
D9225	D9224	D9425	D9424			PARA.12:Rotation direction.
D9227	D9226	D9427	D9426			PARA.13:Zero return speed.
D9229	D9228	D9429	D9428			PARA.14:Creep speed.
D9231	D9230	D9431	D9430			PARA.15:Zero return direction.
D9233	D9232	D9433	D9432			PARA.16:Machine zero point address.
D9235	D9234	D9435	D9434			PARA.17:Zero point signal count.
D9237	D9236	D9437	D9436			PARA.18: Zero point signal count start timing.
D9239	D9238	D9439	D9438			PARA.19:DOG switch input logic.
D9241	D9240	D9441	D9440			PARA.20:Limit switch logic.
D9243	D9242	D9443	D9442			PARA.21:Positioning completion error evaluation time.
D9245	D9244	D9445	D9444			PARA.22:Servo ready check.
D9247	D9246	D9447	D9446			PARA.23:Stop mode.
D9249	D9248	D9449	D9448			PARA.24:Electrical zero point address.
D9251	D9250	D9451	D9450			PARA.25:Software limit (upper).
D9253	D9252	D9453	D9452			PARA.26:Software limit (lower).

Attribute

R/W: This data register can be used both for write and read. When reading or writing data, use a 32-bit instruction "D"

*1 The operation speed and radius position during interpolation operation is calculated according to PARA. 1 and PARA. 2 set for the X axis.

*2 Although the special Ds for the Y axis (D9421, D9420) are assigned, only the special Ds for the X axis (D9221, D9220) are valid. Those for the Y axis are ignored.

Special data register for parameters. (I/O control parameters) (Y axis not available in FX_{2N}-10GM)

Table 6.5: Special data registers list

X axis		Y axis		Attribute		Description
Upper	Lower	Upper	Lower	Direction of forwarding	Instruc-tion form	
D9261	D9260	D9461	D9460			PARA.30:Program No. specification method. *1
D9263	D9262	D9463	D9462			PARA.31:Head input No. for DSW time-sharing reading. *1
D9265	D9264	D9465	D9464			PARA.32:Head output No. for DSW time-sharing reading. *1
D9267	D9266	D9467	D9466			PARA.33:DSW reading interval. *1
D9269	D9268	D9469	D9468			PARA.34:RDY output valid. *1
D9271	D9270	D9471	D9470			PARA.35:RDY output No. *1
D9273	D9272	D9473	D9472			PARA.36:m code external output valid. *1
D9275	D9274	D9475	D9474			PARA.37:m code external output No. *1
D9277	D9276	D9477	D9476			PARA.38: m code OFF command input No.*1
D9279	D9278	D9479	D9478	R/W		PARA.39:Manual pulse generator.
D9281	D9280	D9481	D9480			PARA.40: Multiplying factor per pulse generated by manual pulse generator.
D9283	D9282	D9483	D9482			PARA.41:Division rate for multiplied result.
D9285	D9284	D9485	D9484		[D]	PARA.42:Head input No. for manual pulse generator enable.
D9287	D9286	D9487	D9486			PARA.43: PARA.44: PARA.45: PARA.46: Vacant. PARA.47: PARA.48: PARA.49:
D9289	D9288	D9489	D9488			
D9291	D9290	D9491	D9490			
D9293	D9292	D9493	D9492			
D9295	D9294	D9495	D9494			
D9297	D9296	D9497	D9496			
D9299	D9298	D9499	D9498			
D9301	D9300	D9501	D9500	R *2		PARA.50:ABS interface.
D9303	D9302	D9503	D9502			PARA.51:Head input No. for ABS.
D9305	D9304	D9505	D9504			PARA.52:Head output No. for ABS control.
D9307	D9306	D9507	D9506	R/W		PARA.53:Single-step operation.
D9309	D9308	D9509	D9508			PARA.54:Single-step mode input No.
D9311	D9310	D9511	D9510			PARA.55:Vacant.
D9313	D9312	D9513	D9512			PARA.56:General-purpose input declaration for FWD/RVS/ZRN.

Attribute

R/W: This data register can be used both for write and read. When reading or writing data, use a 32-bit instruction "D"

*1 In simultaneous 2-axis mode, the value set for the X axis is valid and the value set for the Y axis is ignored.

*2 D9300 to D9305 and D9500 to D9505 are assigned as parameters to detect the absolute position. Because absolute position detection is executed when the power of the positioning unit turns on, it cannot be actuated by special auxiliary relays. To execute absolute position detection, directly set parameters using a peripheral unit dedicated to positioning.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başındada boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler **doğru** ise D, **yanlış** ise Y yazınız.

1. ( ) m kodu bilgisi çeşitli yardımcı donanımları sürmek için kullanılır. Örnek olarak parça yakalama ve delik açma gibi pozisyon işlemlerinde kullanılabilir.

2. ( ) Pozisyon kontrol ünitesinde (FX2N-20GM), m0-m99 (100 nokta) pozisyon kontrol için ayrılmıştır.

3. ( ) "m kodu" bilgileri yardımcı röle olarak kullanılan ve "M" şeklinde ifade edilen aygıtlarla aynı anlama gelmektedir.

4. ( ) AFTER modunda "m kodu" komutu ile birlikte başka bir işlem daha yapılır.

5. ( ) WITH modunda "m kodu" komutu ile diğer komutlar aynı anda çalışır.

6. ( ) Her iki durumda da "m kodu" sürüldüğünde "m kodu" numarası bilgi hafızasında (D) tutulur.

7. ( ) Bilgi hafızasındaki "m kodu" OFF sinyalini alıncaya kadar "m kodu" ON olarak kalacaktır.

8. ( ) Pozisyon kontrol ünitesindeki BFM #20 hafızasına bağlı M9001 yardımcı rölesi STOP komutu göndermede kullanılır.

9. ( ) Pozisyon kontrol ünitesindeki BFM #21 hafızasına bağlı M9017 yardımcı rölesi start komutu göndermede kullanılır.

10. ( ) Pozisyon kontrol ünitesindeki M9051-M9083 numaralı yardımcı röleler m_kodu OFF yapma işleminde kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	İnverterin motorun kontrolünde üstlendiği fonksiyonları sırlayabiliyor musunuz?		
2.	İnverter ile motorun kontrolünde gerekli güvenlik önlemlerini tespit edebiliyor musunuz?		
3.	İnverterdeki kartların isimlerini ve görevlerini sayabiliyor musunuz?		
4.	İnverter kullanarak motorun hızını ayarlayabiliyor musunuz?		
5.	İnverterin parametre ayarlarını girebiliyor musunuz?		
6.	Servo motorun yapısındaki katları sayabiliyor musunuz?		
7.	Servo motorların çeşitlerini sayabiliyor musunuz?		
8.	Servo motor ile inverterin arasındaki farkları biliyor musunuz?		
9.	Servo motorun sanayide nerelerde kullanıldığını biliyor musunuz?		
10.	Servo motoru ileri geri istediğiniz hızda ve açıda kontrol edebiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	**Y**
2.	**D**
3.	**Y**
4.	**D**
5.	**D**
6.	**Y**
7.	**D**
8.	**D**
9.	**D**
10.	**Y**

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	**D**
2.	**D**
3.	**Y**
4.	**Y**
5.	**D**
6.	**D**
7.	**D**
8.	**Y**
9.	**D**
10.	**Y**

KAYNAKÇA

- OKUBO Tetsuya, Telat GÜLER, **Fabrika Otomasyon Sistem Denetimi**, MEB-JICA, Temmuz, 2005.
- OKUBO Tetsuya, Telat GÜLER, **Fabrika Otomasyonu Hücre Denetimi**, MEB-JICA, Temmuz, 2005.